Environnement Canada
Environment Canada

Pesticides

Recherche et surveillance

Rapport annuel
1987 - 1988

Canada

PESTICIDES: RECHERCHE ET SURVEILLANCE
RAPPORT ANNUEL (1987-1988)

Environnement Canada

90-02247/

Publication
distribuée par la Section des publications
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Édition française de
Pesticides Research and Monitoring Annual Report (1987-1988)
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
No de catalogue En 40-11/13-1988F
ISBN 0-662-95714-8
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE		VI
Programme des pesticides de la région de l'Atlantique (Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve, Nouvelle-Écosse)		1
1	Optimisation des opérations de pulvérisation par modélisation	3
2	Mesure par Lidar des pulvérisations aériennes	5
3	Évaluation de la variabilité des dépôts de fénitrothion au cours d'opérations de pulvérisation d'une forêt	6
4	Utilisation, présence dans le milieu et effets des composés renfermant du tributylétain dans la région de l'Atlantique	7
5	Toxicité aquatique du chlorothalonil	9
6	Étude des effets connus du fénitrothion sur les pollinisateurs, les oiseaux chanteurs et la faune aquatique	10
7	Effets de la pulvérisation de fénitrothion sur les oiseaux chanteurs des forêts par la mesure de la diminution de l'activité de la cholinestérase	12
8	Projet de drainage souterrain au Nouveau-Brunswick: Étude des effets d'une production agricole intensive sur la qualité de l'eau	14
9	Étude fédérale-provinciale des produits chimiques toxiques dans les sources d'eau potable	15
10	Application de la technique SPANS à la surveillance des substances toxiques dans la région de l'Atlantique	16
11	Persistance et devenir de la deltaméthrine dans un étang et un cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard	18
12	Migration et devenir des pesticides dans les eaux souterraines	19
Programme des pesticides dans la région du Québec		21
1	Manuel des principaux insecticides utilisés au Québec	23
2	Profil socio-économique des producteurs de fruits et de légumes du Québec qui utilisent des techniques classiques, des techniques de lutte intégrée et des techniques biologiques de lutte contre les ravageurs, et pesticides utilisés par ces producteurs	25
3	Présence de pesticides utilisés en agriculture dans les écosystèmes aquatiques au Québec	27
4	Mise au point d'un outil simple et adaptable pour évaluer la vulnérabilité de l'eau souterraine à la pollution par les pesticides	29
5	Recommandations canadiennes en matière de qualité de l'eau applicables aux pesticides	31
6	Pesticides dans le milieu aquatique: Étude des dangers pour l'environnement à l'aide du modèle de PERSISTANCE du CNRC	32
7	Pesticides dans la bile de poissons capturés dans la rivière Yamaska au Québec	34

8 Structure des populations de macro-invertébrés benthiques comme indicateur de l'état de l'écosystème dans un cours d'eau pollué par les pesticides 35

Programme des pesticides dans la région de l'Ontario 37

1 Définition du rôle de la Direction de la qualité des eaux (région de l'Ontario) dans le programme des pesticides du Service de la conservation et de la protection 39

2 Charges de polluants atmosphériques: Transport atmosphérique et dépôt du toxaphène dans l'écosystème des Grands Lacs 40

3 Méthodes de détermination de la toxicité, du devenir et des effets des pesticides sur le biote lotique 42

4 Bioconcentration et biodégradation du tributylétain 44

5 Assurance de la qualité lors du dosage des pesticides 45

Programme des pesticides dans la région de l'Ouest et du Nord
(Manitoba, Saskatchewan, Alberta et Territoires du Nord-Ouest) 47

1 Étude préliminaire de la distribution régionale dans l'atmosphère de la phase vapeur des pesticides couramment utilisés dans l'ouest du Canada 49

2 Étude des herbicides dans le réservoir de Stephenfield 50

3 Amélioration du programme de surveillance de la qualité de l'eau au Manitoba 52

4 Mise au point d'une méthode et adaptation au programme des pesticides de la Direction de la qualité des eaux 53

5 Contrôle de la qualité de l'eau dans les eaux relevant de plusieurs juridictions 54

6 Étude des pesticides dans les sources d'eau potable en Saskatchewan 55

7 Étude des pesticides dans l'eau souterraine à Outlook, Saskatchewan 56

8 Effets de la deltaméthrine sur les invertébrés et les canetons malards dans les étangs des Prairies 57

9 Évaluation des effets de l'utilisation des pesticides dans les régions agricoles des Prairies sur la chouette des terriers, une espèce menacée 58

10 Toxicité du carbofurane pour les oiseaux chanteurs des pâturages des Prairies 60

11 Effets des insecticides utilisés pour exterminer les sauterelles sur la croissance des jeunes pies-grièches migratrices dans le sud de la Saskatchewan 62

12 Effets du carbofurane sur les macro-invertébrés d'un étang des Prairies 63

13 Réévaluation des pesticides en usage 64

Programme des pesticides dans la région du Pacifique et du Yukon
(Colombie-Britannique et Territoire du Yukon) 67

1 Évaluation de la pollution par les composés organostanniques en Colombie-Britannique - Salmonicultures côtières et marinas 69

2 Étude de la pollution par les chlorophénols et les dioxines à proximité d'installations d'imprégnation du bois et d'usines de pâtes à papier en Colombie-Britannique 71

3 Les dioxines dans l'environnement proche d'installations de préservation du bois en Colombie-Britannique 73

4 Étude des pesticides dans les eaux souterraines: Abbotsford (Colombie-Britannique) 75

5 Étude des pesticides dans les eaux souterraines: Osoyoos (Colombie-Britannique) 76

6 Teneurs en certains pesticides dans les fossés d'irrigation s'écoulant jusqu'aux rivières du Lower Mainland en Colombie-Britannique 77

7 Évaluation de la toxicité aiguë, pour les jeunes salmonidés du Pacifique, de l'hexazinone et de ses formulations Pronone 10G, Velpar® L, et leurs véhicules 79

Programme pour les pesticides au Centre national de la recherche faunique (CNRF), Hull (Québec) 81

1 Étude générale des enrobages de semences par rapport au danger qu'ils présentent pour les oiseaux et autres espèces fauniques 83

2 Étude des insecticides granulaires utilisés au Canada et du danger qu'ils présentent pour les oiseaux 84

3 Résidus de diazinon dans les aires gazonnées 86

4 Effets toxiques des pesticides à base d'organophosphorés et de carbamates sur les oiseaux 87

5 Obtention de bases de données pour protéger les espèces menacées et en danger d'extinction contre le danger posé par les pesticides 89

6 Obtention de bases de données sur l'utilisation par la faune d'habitats en territoires agricoles 91

7 Élaboration de directives permettant d'évaluer la toxicité des pesticides pour les végétaux autres que ceux visés 93

8 Évaluation de l'efficacité des études de reproduction chez l'avifaune telles qu'actuellement conçues 95

ANNEXE APPORT D'ENVIRONNEMENT CANADA AUX DOCUMENTS DE TRAVAIL 97

INDEX 113

SOMMAIRE

Voici le deuxième rapport annuel du Programme des pesticides d'Environnement Canada. On y trouvera les résultats des études entreprises au cours de l'année 1987-1988 par les bureaux régionaux et de district, les instituts et les centres de recherche, les directions et les services du ministère. Les études ont été groupées par région du pays où elles ont été réalisées (il y en a cinq) et la dernière partie du rapport concerne les études faites au Centre national de recherche sur la faune, à Hull. On trouvera également dans le rapport des documents d'information résumant les effets de cinq pesticides sur l'environnement: l'oxyfluorfène, le pentachlorophénol, le triadiméfone, le metsulfuron-méthyl et le propiconazole. Les lecteurs pourront identifier facilement les études reliées à un domaine particulier en consultant l'index à la fin du rapport. Voici un bref résumé des études réalisées dans chacune des cinq régions.

La *région de l'Atlantique* s'est surtout intéressée à l'identification des effets des pulvérisations de fénitrothion sur les oiseaux chanteurs des bois, les insectes pollinisateurs et aquatiques et à la mise au point de techniques plus sensibles pour mesurer les effets des substances chimiques sur les oiseaux. On pulvérise du fénitrothion par aéronef depuis 1966 pour lutter contre les insectes nuisibles tels la tordeuse des bourgeons de l'épinette et l'arpenteuse de la pruche qui ravagent les forêts de conifères. Le Service de l'environnement atmosphérique a collaboré à des études visant à optimiser le dépôt des pesticides appliqués par aéronef sur la canopée et à réduire la dérive des pulvérisations. La région s'est également appliquée à surveiller la présence dans le milieu de substances chimiques à base de dérivés organostanniques, et à évaluer leurs effets sur les mollusques et les crustacés. Les peintures antisalissures utilisées sur les coques des bateaux renferment de tels dérivés. Ces produits sont également utilisés comme agents de conservation dans les systèmes d'aquiculture et dans les casiers à homards. On a également surveillé la qualité de l'eau potable dans cette région. En outre, on a vérifié la présence d'aldicarbe dans les eaux souterraines sous des champs de pommes de terre, à l'Île-du-Prince-Édouard. On a observé que ce pesticide utilisé pour lutter contre les insectes qui s'attaquent aux pommes de terre perfuse dans le sol et atteint les eaux souterraines.

Dans la *région du Québec*, on a mené une étude pour comparer les antécédents socio-économiques de trois groupes de cultivateurs de fruits et de légumes et l'utilisation qu'ils faisaient des pesticides. Les groupes n'utilisaient pas les mêmes méthodes de lutte contre les parasites: ceux qui pratiquaient la lutte intégrée utilisaient conjointement des

pesticides et d'autres techniques de lutte; les cultivateurs employant des méthodes conventionnelles utilisaient les pesticides sans se soucier de l'importance des populations de parasites; et les partisans de la lutte biologique n'utilisaient aucun pesticide. Dans le domaine de la surveillance des pesticides, la région a étudié la présence de plusieurs pesticides dans les bassins hydrographiques des rivières Yamaska et Saint-François où l'agriculture est très développée. Dans le même contexte, l'Institut national de recherche sur les eaux, à Burlington, a étudié la structure des populations d'organismes dans les sédiments et a examiné les tissus de poissons capturés dans la rivière Yamaska dans le but d'évaluer les dégâts causés par les pesticides. La région a également conçu et utilisé des modèles pour calculer la quantité de pesticides qui pourrait éventuellement migrer dans les masses d'eau avoisinantes ou dans l'eau souterraine, à partir des terres agricoles.

Dans la *région de l'Ontario*, le Service de l'environnement atmosphérique a participé à l'étude du transport du toxaphène du sud des États-Unis jusqu'aux Grands Lacs. L'Institut national de recherche sur les eaux, à Burlington, a évalué les effets de faibles teneurs en pesticides sur les organismes vivant en eau douce.

Dans la *région de l'Ouest et du Nord*, on a réalisé des études au Manitoba pour déterminer la présence de pesticides dans les eaux de surface dans le réservoir de Stephenfield. En Saskatchewan, les études visaient à déterminer la présence de pesticides dans l'air aux alentours des zones agricoles et dans les eaux souterraines à Outlook. En outre, on a entrepris plusieurs études dans cette région pour déterminer les effets toxiques des pesticides sur les insectes aquatiques et sur les oiseaux, par exemple, la chouette des terriers, la pie-grièche migratrice, les oiseaux chanteurs des Prairies et le canard malard. Les pesticides étudiés sont ceux que les fermiers ont utilisé de façon intensive pour lutter contre les invasions de sauterelles au cours des quatre dernières années. On a également amorcé dans la région une étude critique de la base de données portant sur trois pesticides, à savoir: le MCPA, le carbaryl et la créosote. En outre, la Direction de la qualité de l'eau dans cette région a participé à une étude de surveillance de routine pour déterminer la qualité de l'eau potable dans les Prairies.

La *région du Pacifique et du Yukon* a concentré ses efforts à évaluer la présence de chlorophénols et de dioxines dans l'environnement autour des établissements de préservation du bois et des fabriques de pâtes et papier et à déterminer la teneur en dérivés organostanniques dans les salmonicultures et les marinas. On a également évalué dans cette région l'étendue de la pollution des eaux souterraines par les pesticides à Abbottsford et à Osoyoos et la toxicité de l'hexazinone pour le saumon. L'hexazinone est utilisée comme débroussaillant dans les forêts.

Le lecteur est invité à lire attentivement les articles qui l'intéressent particulièrement et à communiquer avec la personne dont le nom figure à la fin de chaque article pour obtenir plus de renseignements.

PROGRAMME DES PESTICIDES DE LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

(Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve, Nouvelle-Écosse)

1. OPTIMISATION DES OPÉRATIONS DE PULVÉRISATION PAR MODÉLISATION

(J.J.C. Picot et D.J. Wallace)

Introduction

La pulvérisation aérienne de pesticides est essentielle pour protéger les cultures dans l'industrie forestière. L'efficacité des opérations de pulvérisation aérienne dépend d'un certain nombre de facteurs tels que le type d'aéronef, les conditions de vol, l'atomiseur et la stabilité de la masse d'air.

Les opérations de pulvérisation aérienne sont plus efficaces lorsque la densité des gouttelettes (nombre de gouttelettes déposées par aiguille) est maximisée et la déviation est minimisée. La taille des gouttelettes recommandée pour les pesticides est de 5 à 55 µm après évaporation (Picot et coll., 1987). Lorsque les gouttelettes sont plus petites, la déviation augmente de façon significative. De plus grosses gouttelettes donnent un mauvais rapport surface de feuillage couverte/volume pulvérisé. Le modèle PKBW (Picot et coll., 1987) est un modèle numérique qui simule la dispersion d'un produit pulvérisé à partir d'un aéronef au-dessus de la canopée. Le modèle tient compte du type d'aéronef utilisé, des conditions de vol, du type d'atomiseur, de la turbulence atmosphérique, de l'évaporation des gouttelettes et du dépôt sur le feuillage.

Objectif

Cette étude avait pour objectif d'utiliser le modèle PKBW pour optimiser les méthodes de pulvérisation aérienne habituellement utilisées au Nouveau-Brunswick dans le cadre du programme de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Les critères qui ont servi à déterminer les conditions optimales étaient le pourcentage minimal de déviation et le dépôt maximal de gouttelettes par aiguille.

Méthode

Vingt-quatre essais de simulation numérique ont été effectués au total; chaque essai représentait un ensemble précis de conditions de pulvérisation aérienne. Les résultats ayant trait au dépôt et à la déviation pour les 24 essais ont fourni suffisamment d'information pour donner par extrapolation des prévisions pour 91 ensembles de conditions de pulvérisation. Les conditions d'opération dans chacun de ces 91 cas ont été fixées en variant quatre paramètres, soit le type d'aéronef, l'altitude de vol, le type de buse (gamme des grosseurs de gouttelettes possibles) et la stabilité de la masse d'air. Chaque paramètre a été étudié en y apportant trois variantes. On a ainsi étudié la performance d'un TBM-Avenger, d'un AgTruck Cessna 188 et d'un hélicoptère Bell 206. La pulvérisation a été faite à l'altitude de 30, 36 et 42 mètres au-dessus du sol. On a étudié les buses Teejet 11010, AU4000 Micronair à 9000 tpm et AU4000 Micronair à 14 000 tpm. Enfin, trois longueurs de Monin-Obukhov, soit -53 mètres (instable), infinie (neutre) et +53 mètres (stable), ont permis de varier la stabilité de la masse d'air.

Résultats et discussion

Les essais de simulation ont révélé quatre points importants:

1. Dans toutes les conditions d'opération, une masse d'air instable fournit les conditions les plus favorables de pulvérisation, car cela réduit la déviation au minimum et maximise le nombre de gouttelettes par aiguille.

2. L'hélicoptère Bell 206 constitue une amélioration considérable par rapport au TBM et au AgTruck en ce qui concerne la déviation.

3. Il est important d'opérer à basse altitude pour réduire la déviation au minimum et augmenter le dépôt de gouttelettes sur le feuillage.

4. Lorsque la taille des gouttelettes générées diminue, le pourcentage de déviation a tendance à augmenter, mais le nombre de gouttelettes par aiguille augmente également. Par conséquent, pour obtenir une densité de gouttelettes (nombre de gouttelettes par aiguille) donnée, on peut réduire la dose lorsqu'on utilise de petites gouttelettes. On pourrait ainsi obtenir une réduction nette de la quantité absolue (mais non du pourcentage) de produit susceptible d'être dévié de sa cible. Toutefois, l'avantage d'utiliser de petites gouttelettes est perdu lorsque les conditions atmosphériques sont stables.

Les résultats relatifs à la déviation et au dépôt montrent comment ce genre d'étude peut servir à optimiser les opérations. D'autres essais de simulation sont nécessaires pour tenir compte des autres conditions d'opération (humidité relative, vitesse du vent à l'altitude de vol de l'aéronef, etc.). Ces données simplifieraient les calculs de déviation et de dépôt dans le cas de conditions particulières de pulvérisation aérienne.

Référence

Picot, J.J.C., D.J. Wallace et D.D. Kristmanson, "The PKBW Model for Prediction of Aerial Spraying Deposition and Drift" présenté au Symposium on the Aerial Applications of Pesticides in Forestry, Ottawa, Ontario (20 au 22 octobre 1987).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.J. Wallace
Division de la qualité de l'air et de la recherche interenvironnementale
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
M3H 5T4
(416) 739-4463

---

2. MESURE PAR LIDAR DES PULVÉRISATIONS AÉRIENNES

(R.M. Hoff, F.A. Froude et R.E. Mickle)

Introduction

Les études expérimentales aussi bien que les travaux de modélisation antérieurs ont montré que "l'altitude de libération effective" des pesticides appliqués par pulvérisation aérienne est le principal facteur déterminant du dépôt du pesticide sur la canopée. Le comportement des vortex émis par l'aéronef, allié à la stabilité atmosphérique, s'est révélé un facteur important dans le contrôle de "l'altitude de libération effective" et du dépôt.

Objectif

Cette étude a pour but de mettre au point et de tester un système télécommandé pouvant cartographier la déviation du produit pulvérisé au-dessus de la canopée. Le système servira à établir les conditions météorologiques permettant de réduire au minimum la déviation du produit et d'augmenter l'efficacité d'application.

Méthode

Un système de lidar à balayage a été mis au point pour cartographier le nuage de produit pulvérisé au-dessus de zones agricoles et des forêts à partir d'un aéronef. Le laser au néodyme-YAG émet dix impulsions à la seconde et balaye jusqu'à 5° de pente en six secondes. Les résolutions horizontales et verticales du système sont d'environ 1,5 m, ce qui permet d'obtenir une bonne visualisation des deux vortex émis par de petits aéronefs comme le Cessna 288. Le traitement des données permet d'obtenir une image graphique du nuage de produit pulvérisé à mesure qu'il dérive et le signal lumineux rétrodiffusé est reproduit à l'échelle de façon à représenter le pourcentage de produit pulvérisé en altitude en fonction du temps écoulé depuis sa pulvérisation.

Résultats et discussion

La technique a été testée avec deux types d'aéronefs, deux configurations de buses et trois régimes différents de stabilité atmosphérique lors d'une étude d'une semaine au-dessus d'une forêt d'épinettes du Nouveau-Brunswick en août 1987. La combinaison des paramètres de pulvérisation a donné des effets intéressants comme le dépôt différentiel des vortex au vent et sous le vent, le rebondissement du vortex dans des régimes atmosphériques stables et le découplage complet des vortex de la canopée dans certains cas de stabilité atmosphérique tôt le matin. Dans certains cas, on a observé une dérive verticale jusqu'à une altitude de 90 m (altitude de pulvérisation de 30 m) moins de 30 minutes après le passage de l'aéronef. Ces résultats ont été présentés au Colloque de l'ACAFA sur l'application aérienne de pesticides sur les forêts, à Ottawa (1987) et ont été soumis pour fins de publication dans une revue scientifique.

Nous réunirons les résultats des études expérimentales et ceux des travaux de modélisation pour comprendre le comportement des vortex. On envisage de formuler certaines recommandations concernant les méthodes d'application sous divers régimes de stabilité atmosphérique.

Références

R.E. Mickle, "Évaluation des modèles présentés à la séance V", ACAFA Symposium on Aerial Applications of Pesticides in Forestry, Ottawa, Ontario (octobre 1987).

R.M. Hoff, R.E. Mickle et F.A. Froude, "A Rapid Acquisition Lidar for Measurement of Aircraft Spray Drift", 14th International Laser Radar Conference, Innichen-San Candido, Italie (juin 1988).

R.M. Hoff, R.E. Mickle et F.A. Froude, "A Rapid Acquisition Lidar System for Aerial Spray Diagnostics". Article soumis pour fins de publication.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.M. Hoff
Division de la qualité de l'air et de la recherche interenvironnementale
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
M3H 5T4
(706) 458-1141

3. ÉVALUATION DE LA VARIABILITÉ DES DÉPÔTS DE FÉNITROTHION AU COURS D'OPÉRATIONS DE PULVÉRISATION D'UNE FORÊT

(W. Pierce et W.R. Ernst)

Introduction

On a appliqué récemment à Terre-Neuve et au Labrador des programmes de pulvérisation annuelle contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) et l'arpenteuse de la pruche (*Lambdina fiscellaria fiscellaria*). Des études d'impact sur l'environnement ont indiqué que les effets hors-cible de ces programmes de pulvérisation pourraient être beaucoup plus sévères que ceux enregistrés en pareille occasion dans d'autres régions. Ces effets variables pourraient être liés à de réelles différences de vulnérabilité du milieu aux pesticides appliqués. On a également pensé que la variabilité des sites d'exposition pourrait également expliquer les différences observées dans les effets hors-cible.

Objectifs

Dans le cadre du programme de pulvérisation de 1987 contre l'arpenteuse de la pruche à Terre-Neuve et au Labrador, on a entrepris une étude pour déterminer la variabilité des dépôts à l'intérieur des périmètres et entre les périmètres traités, ainsi que la fréquence de dépôts trop abondants.

Méthode

Des échantillons ont été prélevés à l'intérieur de chacun des six périmètres traités avec une formulation huileuse de fénitrothion, à raison de 210 g de matière active par hectare, pulvérisée d'un DC-6, à dix endroits sur un transect d'échantillonnage perpendiculaire à la ligne de vol. Les stations d'échantillonnage étaient réparties sur quatre couloirs de pulvérisation. Les échantillons étaient constitués de nouvelles pousses d'espèces dominantes de conifères obtenues à partir de quatre côtés de la couronne (au vent, sous le vent et de chaque côté).

Résultats et discussion

On a observé de grandes variations dans les dépôts mesurés entre les stations d'échantillonnage d'un périmètre donné et entre les différents périmètres. Les données indiquent qu'on peut s'attendre à des dépôts quintuples du dépôt moyen sur une superficie représentant jusqu'à 5 p. 100 de la zone traitée. Dans l'un des six périmètres échantillonnés, le dépôt moyen était significativement plus élevé (le double) que le dépôt moyen obtenu pour les six périmètres. Les dépôts mesurés étaient assez semblables à ceux mesurés dans d'autres régions où l'on utilise de gros aéronefs pour la pulvérisation mais sont par contre environ deux fois plus élevés que lorsque le produit est pulvérisé d'un petit aéronef.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Région de l'Atlantique
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6
(902) 426-6141

4. UTILISATION, PRÉSENCE DANS LE MILIEU ET EFFETS DES COMPOSÉS RENFERMANT DU TRIBUTYLÉTAIN DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

(W.R. Ernst, G. Julien, K. Kieley, P. Hennigar, K.G. Doe et M. Thompson)

Introduction

Les composés à base de dérivés organostanniques sont utilisés de plus en plus dans les peintures antisalissures utilisées pour les coques des navires et les structures marines, car ils sont plus efficaces que les composés à base de cuivre autrefois utilisés. On ne connaît pas la gamme complète d'utilisation de ces composés. On sait toutefois que l'armée, la marine marchande et les propriétaires de bateaux de plaisance les utilisent comme agents de préservation dans les peintures marines. On les utilise également pour empêcher la putréfaction dans les systèmes d'aquiculture et comme agents de préservation dans les casiers à homards. On s'inquiète de plus en plus des effets de ces pratiques sur l'environnement à cause des effets toxiques des composés à base de dérivés organostanniques sur la faune marine, en particulier sur les mollusques bivalves, effets qui sont ressentis à de très faibles teneurs déjà. La conchyculture constitue une industrie importante dans la région de l'Atlantique.

Peu d'échantillons ont été prélevés dans la région de l'Atlantique afin de mesurer la teneur de l'environnement en dérivés organostanniques. Il faut améliorer la base de données pour déterminer à quel point les organismes marins peuvent être exposés. Il faut également déterminer la biodisponibilité de ces composés dans les sédiments marins pour évaluer les dangers qu'ils présentent.

Objectifs

Les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. Déterminer les divers usages des produits à base de tributylétain dans la région, en particulier ceux qui sont susceptibles de polluer les milieux marins.

2. Choisir les sites et les milieux les plus appropriés pour déterminer la présence de résidus de tributylétain dans l'environnement à partir des données indiquant les divers usages.

3. Effectuer une série de dosages biologiques pour déterminer la toxicité des sédiments marins pollués par le tributylétain.

Méthode

1. *Évaluation des divers usages.* - On s'est informé auprès d'Agriculture Canada, d'Environnement Canada et de Statistique Canada, ainsi qu'auprès de ceux qui préparent, distribuent et utilisent les produits renfermant des composés à base de dérivés organostanniques. Les données recueillies nous ont permis d'identifier les produits en usage, le secteur commercial, la distribution géographique et les quantités vendues ou utilisées.

2. *Étude environnementale.* - Un certain nombre de sites ont été choisis pour prélever les échantillons: un chantier de construction navale et un endroit où le trafic maritime est intense (deux sites); deux endroits fréquentés par des bateaux de plaisance uniquement; deux piscicultures importantes; un site important de conchyculture; et un site témoin. On a prélevé des échantillons de sédiments, d'eau et de moules bleues (*Mytilus edulis*) à deux à quatre endroits différents dans chaque site et on a mesuré les teneurs en monobutylétain, en dibutylétain et en tributylétain.

3. *Dosages biologiques en laboratoire.* - Trois espèces d'organismes marins (ver polychète (*Nereis virens*), petite macoma (*Macoma balthica*) et moule bleue (*Mytilus edulis*)) ont été exposées à de l'oxyde de tributylétain (OTBE) pendant 15 jours dans des conditions variées. Les tests comprenaient l'introduction des sujets dans des chambres témoins où se trouvaient des sédiments marins pollués intentionnellement par de l'OTBE; l'introduction des sujets dans des chambres témoins avec introduction subséquente de sédiments pollués par l'OTBE, ce qui donnait davantage de particules en suspension dans la colonne d'eau; et l'exposition des sujets à de l'OTBE dissous dans l'eau.

Résultats et discussion

1. *Évaluation des divers usages.* - On a utilisé en tout 3440 kg de tributylétain dans la région en 1986-1987. Le produit a surtout été utilisé comme agent antisalissures (54 p. 100), agent de préservation pour les casiers à homards (24 p. 100), agent de préservation tout court, germistat et myxobactéricide (23 p. 100). La marine marchande est celle qui fait le plus grand usage d'agents antisalissures (57 p. 100); les utilisations pour bateaux de plaisance et autres représentaient 35 p. 100 des ventes et les achats militaires, 8 p. 100.

2. *Étude environnementale.* - La plupart des échantillons d'eau ne renfermaient pas de teneurs détectables de mono-, di- et tributylétain (niveau de détection = 0,025 µg/l). Toutefois, certains échantillons en contenaient jusqu'à 0,56 µg/l. Les teneurs en butylétain étaient comparables dans les sédiments et les tissus provenant du même lieu d'échantillonnage individuel. Les teneurs les plus élevées en butylétain (moyenne de 1,9 mg/g) ont été mesurées dans les zones de construction navale, les zones où le trafic maritime est intense et les sites d'aquiculture. On a retrouvé des teneurs plus faibles (moyenne de 0,05 mg/g) dans les lieux fréquentés par les bateaux de plaisance. Dans tous les échantillons prélevés dans l'environnement, on a trouvé, par ordre décroissant de teneurs, du tributylétain, du dibutylétain et du monobutylétain.

3. *Dosages biologiques.* - Les tests de détermination de la TL_{50}-15 j pour les moules, les vers marins et les myes étaient très semblables; les teneurs nominales étaient d'environ 18 mg/l lorsque les sujets étaient placés sur des sédiments pollués non remués. Les sédiments pollués introduits par "déversement" dans la colonne d'eau se sont révélés environ 30 p. 100 plus toxiques. Le tributylétain dissous était environ 700 fois plus toxique que lorsqu'il était lié aux sédiments non remués. Les moules exposées à des sédiments pollués accumulaient assez rapidement le tributylétain, et les teneurs tissulaires atteignaient leurs valeurs maximales après 5 jours d'exposition.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Région de l'Atlantique
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6
(902) 426-6141

---

5. TOXICITÉ AQUATIQUE DU CHLOROTHALONIL

(J.H. Young, K.G. Doe et W.R. Ernst)

Introduction

Le chlorothalonil est un fongicide largement utilisé et de façon intensive par les producteurs de pommes de terre dans la région de l'Atlantique. Un champ de pommes de terre peut recevoir de sept à dix applications du produit BRAVO 500 au cours d'une seule saison de croissance. Il est presque certain qu'une telle utilisation se traduit par la pollution des nappes d'eau, soit par dépôt consécutif aux épandages aériens ou entraînement du produit par les particules de sol pollué hors du champ traité. Il existe très peu de données publiées sur la toxicité du chlorothalonil pour les organismes aquatiques. Une étude a donc été entreprise pour évaluer les effets létaux et sublétaux de ce fongicide sur plusieurs espèces d'organismes aquatiques.

Méthode

On a déterminé la toxicité létale aiguë (TL_{50}-96 h) du chlorothalonil de qualité technique et du produit commercial BRAVO 500 (formulation) pour la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*). Dans le cas du cyclope (*Daphnia magna*), de l'épinoche (*Gasterosteus* sp.), de la moule bleue (*Mytilus edulis*) et de la mye (*Mya arenaria*), les tests de toxicité n'ont été effectués qu'avec le produit commercial. Les *Daphnia magna* ayant survécu aux tests de toxicité aiguë ont été gardés sous observation pendant 21 jours dans de l'eau pure et la présence d'effets sublétaux sur la croissance et la reproduction a été déterminée. Une expérience d'absorption et d'élimination a été réalisée sur des moules exposées à des teneurs sublétales de BRAVO 500.

Résultats et discussion

On a observé une légère différence de toxicité entre le BRAVO 500 et le chlorothalonil de qualité technique; en effet, la TL_{50}-96 h s'établissait à respectivement 69 et 76 µg de matière active/l, une différence toutefois pas significative. La TL_{50}-96 h pour l'épinoche marine était d'environ 73 µg de matière active/l. *Daphnia magna* s'est révélé l'espèce d'invertébré la plus sensible et la $TE(I)_{50}$-48 h (c.-à-d. la teneur entraînant l'immobilisation de 50 p. 100 des sujets en 48 h) variait entre 97 et 172 µg de matière active/l. Les moules bleues et les myes étaient plus résistantes, la TL_{50}-96 h étant respectivement de 6 et 35 µg de matière active/l. Les facteurs de bioconcentration maximale pour les moules bleues exposées à des teneurs moyennes de chlorothalonil de 168 µg/l variaient de 0,6 à 10,6. Lorsque les moules étaient placées dans de l'eau de mer courante propre, elles éliminaient presqu'entièrement le chlorothalonil absorbé après dix jours, la teneur était inférieure à 0,01 µg/g. Ces résultats démontrent les effets toxiques du chlorothalonil pour les organismes aquatiques et indiquent qu'il est nécessaire d'empêcher l'introduction directe ou indirecte de ce produit dans les cours d'eau.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Région de l'Atlantique
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6
(902) 426-6141

6. ÉTUDE DES EFFETS CONNUS DU FÉNITROTHION SUR LES POLLINISATEURS, LES OISEAUX CHANTEURS ET LA FAUNE AQUATIQUE

(R. Plowright, P. Kevan, L. White, D.G. Busby, P.A. Pearce, W. Fairchild, W.R. Ernst et T.L. Pollock)

Introduction

Le fénitrothion est utilisé dans la région de l'Atlantique depuis qu'il a été appliqué pour la première fois de façon expérimentale en 1966. Il a fait l'objet de travaux de surveillance et de recherche et de plusieurs études, notamment une étude poussée effectuée par le Conseil national de recherche Canada, en 1977. Les données recueillies ont laissé l'impression que le fénitrothion pulvérisé au-dessus des forêts a des effets sur l'environnement dont il faut vérifier l'étendue étant donné les préoccupations du public à ce sujet.

Les recommandations du Comité de surveillance des activités de lutte contre les insectes dans les forêts du Nouveau-Brunswick et des avis donnés par le Comité consultatif sur les pesticides de la région de l'Atlantique émettent des réserves concernant les pratiques d'utilisation du fénitrothion en foresterie. Ces préoccupations venant de spécialistes en la matière et l'inquiétude de la population concernant la "sécurité" de l'environnement ont incité Environnement Canada à amorcer une étude des effets des pulvérisations de fénitrothion sur l'environnement.

L'équipe chargée d'étudier les questions relatives aux pesticides a mis l'accent sur des travaux ayant pour but de vérifier les effets sur les pollinisateurs, les oiseaux chanteurs et la faune aquatique. Cette équipe avait comme objectif de déterminer l'importance des effets des pulvérisations, c'est-à-dire de vérifier si ces effets qui font l'objet d'un réexamen contribuent à perturber les écosystèmes; de préciser les données qui manquent; et de déterminer si les ressources naturelles que le Service de la conservation et de la protection est chargé de protéger sont menacées. À partir des résultats obtenus, Conservation et Protection a pris position au niveau régional sur l'acceptabilité des pratiques courantes en matière d'utilisation du fénitrothion et a élaboré des recommandations de nature technique et réglementaire à ce sujet.

Méthode

Des études techniques séparées ont été entreprises pour déterminer les effets sur les pollinisateurs, les oiseaux chanteurs et la faune aquatique. Les études ont consisté essentiellement en une revue de la documentation, sauf dans le cas des oiseaux chanteurs. Pour ceux-ci, l'étude englobait des données non publiées et une réévaluation de données publiées antérieurement. Les sources consultées comprenaient les articles parus dans les principales publications ainsi que des rapports gouvernementaux publiés et non publiés. On a examiné une grande quantité de publications, mais seules les plus pertinentes ont été retenues.

Résultats et discussion

Étant donné l'intérêt considérable et soutenu qu'ont suscité les programmes de pulvérisation contre les insectes forestiers au Canada, la base de données accumulées sur les effets du fénitrothion sur l'environnement est très importante et renferme des données de qualité variable; ces facteurs compliquent les études. Nous avons également éprouvé des difficultés à établir les critères servant à juger les effets négatifs.

Nous n'avons constaté aucun lien entre la dose de pesticide appliquée et les effets biologiques observés. Il se pourrait que la variabilité observée résulte de la vulnérabilité plus ou moins grande des populations. Il est généralement admis que les dossiers sur les pulvérisations ne sont pas particulièrement détaillés, mais l'équipe est convaincue que la variabilité des effets biologiques est en grande partie attribuable à la variabilité des dépôts d'insecticide d'un endroit à l'autre.

L'étude des effets sur les pollinisateurs nous a permis de conclure qu'il y a un lien évident de cause à effet entre l'utilisation du fénitrothion et la diminution des populations d'abeilles, d'apoïdes et d'autres pollinisateurs. En outre, ces diminutions ont perturbé des processus écologiques critiques, comme en fait foi la diminution du taux de reproduction chez les plantes.

L'étude des effets sur les oiseaux a montré que les cas sporadiques de mortalité chez les espèces les plus vulnérables d'oiseaux chanteurs ont été associés, dès le début, au programme de pulvérisation de fénitrothion sur les forêts. Il est difficile de trouver des oiseaux morts dans la forêt; la réduction de 50 p. 100 de l'activité cholinestérasique cérébrale chez des oiseaux prélevés dans leur milieu constitue un meilleur indice de la mortalité dans la population. Les prélèvements d'oiseaux dans les périmètres traités indiquent que la mortalité chez les oiseaux a probablement été plus élevée qu'on ne l'a cru de prime abord. Les méthodes courantes de laboratoire indiquent qu'il est impossible de prédire adéquatement les effets du fénitrothion sur les oiseaux habitant la forêt traitée en raison des nombreux stress naturels qu'ils subissent. En outre, les techniques actuelles d'évaluation sur le terrain ont toutes tendance à sous-estimer les effets des pulvérisations sur les oiseaux. Compte tenu des imperfections des techniques de mesure dont nous disposons, il faut admettre que la réduction des populations d'oiseaux n'a pu être attribuée à l'utilisation du fénitrothion.

La réaction des invertébrés aquatiques varie énormément et n'est pas systématiquement ou directement reliée à la dose de produit pulvérisé. On observe rarement une destruction importante d'invertébrés benthiques dans des systèmes lotiques. On peut s'attendre à une réduction du benthos de l'ordre de 15 p. 100 dans les cours d'eau à la suite des pulvérisations. Dans les écosystèmes lentiques importants, on n'observe en général pas d'effets sur les invertébrés. Dans les cours d'eau, la diminution des invertébrés est habituellement de courte durée. La plupart des populations se reforment au cours de la saison, ce qui est considéré comme tolérable. Dans certains milieux vulnérables, comme les marécages, on observe une diminution des populations d'invertébrés benthiques pouvant atteindre 50 p. 100 après traitement par le fénitrothion à des taux simulés d'application; il peut s'écouler plus d'un an avant que les effectifs reviennent à la normale. Les répercussions écologiques de ces effets n'ont pas été étudiées, mais il est possible que des effets importants se fassent sentir chez les vertébrés qui tirent leur énergie de ces niveaux trophiques.

Même si le poisson n'est pas directement menacé au cours des opérations courantes de pulvérisation, on observe des effets sublétaux et une inhibition de la croissance; la question de la réduction des effectifs n'a toutefois pas été résolue.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Région de l'Atlantique
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6
(902) 426-6141

---

7. EFFETS DE LA PULVÉRISATION DE FÉNITROTHION SUR LES OISEAUX CHANTEURS DES FORÊTS PAR LA MESURE DE LA DIMINUTION DE L'ACTIVITÉ DE LA CHOLINESTÉRASE

(D.G. Busby*, D. Lemon** et P.A. Pearce*)

Introduction

Le fénitrothion est le principal insecticide chimique utilisé depuis la fin des années 1960 pour protéger les forêts canadiennes de conifères contre les insectes défoliants. Les programmes de pulvérisation aérienne contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette sont depuis longtemps des événements annuels au Nouveau-Brunswick et dans d'autres provinces de l'Est où plusieurs millions d'hectares sont traités chaque année. L'arpenteuse de la pruche est un problème particulier à Terre-Neuve.

La gestion des insectes nuisibles constitue un problème biologique complexe et la pratique qui consiste à lutter contre eux en pulvérisant des insecticides chimiques sur les forêts est une question controversée chez la population et délicate sur le plan politique. On note, de plus en plus, la tendance à utiliser des insecticides biologiques moins dommageables pour l'environnement.

Les recherches pour améliorer les techniques de pulvérisation ont été orientées sur les moyens de rendre les insecticides chimiques plus efficaces tout en réduisant la dose d'application. Le Service canadien de la faune a suivi les progrès en effectuant des travaux de surveillance et de recherche sur les effets du fénitrothion (différentes formulations conçues pour la pulvérisation) sur les oiseaux chanteurs des forêts. Des techniques sensibles de mesure sur le terrain et en laboratoire ont été mises au point pour évaluer les effets chez les oiseaux; l'une d'entre elles, la mesure de l'activité de la cholinestérase, constitue un indicateur important de l'exposition. Aux doses appliquées actuellement, le fénitrothion a des effets toxiques voire mortels chez les oiseaux, notamment lorsque les dépôts sont importants dans la région cible.

Méthode

L'étude, faite en partie sur le terrain et en partie au laboratoire, a eu lieu dans le contexte des activités de pulvérisation contre l'arpenteuse de la pruche à Terre-Neuve et d'essais d'efficacité contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Nouveau-Brunswick. À Terre-Neuve, les pulvérisations ont été effectuées à partir d'un quadrimoteur DC-6 muni d'une rampe à buses et d'instruments de guidage électronique, alors qu'au Nouveau-Brunswick, on s'est servi d'un monomoteur TBM équipé d'atomiseurs rotatifs et d'un système de guidage visuel. Le produit a été appliqué aux doses habituelles, soit deux applications à 210 g/ha, sauf au Nouveau-Brunswick où l'on a également expérimenté une dose de 140 g/ha.

On a déterminé les effets chez les oiseaux en mesurant la cholinestérase cérébrale chez la paruline obscure, la paruline à tête cendrée, la paruline à poitrine baie, la paruline rayée et le bruant à gorge blanche, lesquels ont été capturés dans des forêts traitées et non traitées (témoins). Une diminution de 50 p. 100 de la cholinestérase chez les oiseaux provenant de la forêt et donc soumis à de nombreux stress naturels est considérée comme un seuil au-delà duquel leur vie est en danger.

Résultats et discussion

À Terre-Neuve, 17 p. 100 de tous les oiseaux capturés ont présenté une diminution de la cholinestérase cérébrale supérieure à 50 p. 100. Toutefois, les effets étaient beaucoup plus prononcés dans deux des six périmètres d'intervention étudiés. Dans l'un de ces deux périmètres, 34 p. 100 des oiseaux capturés présentaient une diminution de la cholinestérase supérieure à 50 p. 100 après une seule pulvérisation. Dans l'autre, où le traitement s'est fait en deux fois, une inhibition de cet ordre a été observée chez 35 p. 100 des oiseaux capturés après la première application et chez 19 p. 100 des oiseaux capturés après la deuxième application. Par contre, dans les quatre autres périmètres, les effets étaient peu prononcés; seulement 3 à 6 p. 100 des oiseaux capturés présentaient une diminution de la cholinestérase dépassant 50 p. 100.

Au Nouveau-Brunswick, 17 à 18 p. 100 des oiseaux capturés ont présenté une diminution de la cholinestérase de plus de 50 p. 100 tant dans les périmètres où la dose appliquée était élevée (210 g/ha) que dans les périmètres où la dose appliquée était faible (140 g/ha). Les effets observés aux deux doses appliquées ont été plus marqués que lors des interventions antérieures régulièrement faites au Nouveau-Brunswick depuis 1978, année où la mesure de la cholinestérase est devenue la méthode standard pour évaluer les effets des pulvérisations chez les oiseaux. Au cours de l'étude actuelle, le bruant à gorge blanche est l'espèce qui a le plus réagi aux pulvérisations; en effet, le niveau de diminution de la cholinestérase était semblable à celui qu'on avait mesuré au cours d'une étude antérieure où de graves effets sur la reproduction et le comportement avaient été démontrés.

* Service canadien de la faune.

** S. Fudge and Associates Limited.

Cette étude illustre à quel point la réaction des oiseaux peut être variable, même lorsque les conditions de traitement telles la formulation de l'insecticide et les facteurs liés à sa libération et à son émission, sont constantes. Ceci corrobore les résultats d'autres études sur les effets chez les oiseaux des pulvérisations de fénitrothion et d'autres insecticides utilisés en foresterie. Cette variabilité peut dépendre de la structure forestière, du terrain, des conditions météorologiques locales et des chevauchements qui se produisent lors des pulvérisations, ou d'une combinaison de facteurs qui font que les dépôts peuvent être relativement plus élevés à certains endroits et les oiseaux davantage exposés. Il n'existe pas d'autres données qui pourraient expliquer la situation, mais des études antérieures effectuées par le Service canadien de la faune ont indiqué que les risques encourus par les oiseaux sont liés à certains aspects de la technologie de pulvérisation des insecticides sur les forêts. Il serait difficile de préciser les éléments critiques sur le terrain, étant donné le nombre de variables ayant un effet masquant.

Il serait souhaitable pour protéger l'environnement de diminuer la quantité de matière active entrant dans la préparation d'insecticide chimique à pulvériser, mais les résultats de notre étude indiquent que cette mesure ne s'accompagnerait pas nécessairement d'une diminution des risques pour les oiseaux.

Cette étude confirme notre opinion que la marge de sécurité du fénitrothion pour les oiseaux chanteurs des forêts est étroite et a influé dans notre décision d'étudier les effets de cet insecticide sur les oiseaux pour déterminer s'il est nécessaire de réévaluer les modes d'utilisation de cet insecticide en foresterie.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: P.A. Pearce
Service canadien de la faune
C.P. 400
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 4Z9
(506) 452-3098

---

8. PROJET DE DRAINAGE SOUTERRAIN AU NOUVEAU-BRUNSWICK: ÉTUDE DES EFFETS D'UNE PRODUCTION AGRICOLE INTENSIVE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

(H.J. O'Neill, T.L. Pollock, H.S. Bailey, P. Milburn, J.E. Richard et C. Gartley)

Introduction

On a observé des teneurs élevées en substances nutritives dans les eaux de surface drainant les zones agricoles et on a rapporté une pollution chimique provenant de l'utilisation de pesticides dans plusieurs régions d'Amérique du Nord. Les pesticides peuvent atteindre les eaux souterraines et les eaux de surface par suite du ruissellement en surface, de l'érosion, du lessivage des sols, de la dérive des pulvérisations, de l'élimination inadéquate des récipients et de déversements. On utilise chaque année une grande quantité de pesticides dans les cultures de pommes de terre dans la région de l'Atlantique. En collaboration avec Agriculture Canada et le ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick, la Direction de la qualité des eaux (DQE), région de l'Atlantique, a entrepris une étude de la présence des pesticides utilisés couramment dans les eaux de drainage souterrain de cinq champs de pommes de terre dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Les ministères fédéral et provincial de l'Agriculture s'intéressaient surtout à la migration des substances nutritives à partir des sites d'étude.

Méthode

Les conditions climatiques ont fait que peu de pesticides ont été utilisés en 1987. On a toutefois utilisé du dinosèbe (Dytop 300) comme herbicide de prélevée ou comme dessicant dans certains endroits. On a recueilli, au moyen de collecteurs, l'eau de décharge des tuyaux de drainage au printemps et après des chutes de pluie avant et après l'application du pesticide, et on a mesuré la teneur en principaux ions et en dinosèbe. Le dinosèbe a été dosé par une méthode d'acétylation *in situ* mise au point par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE).

Résultats et discussion

On a observé, au printemps de 1987, la présence de dinosèbe dans l'effluent des tuyaux de drainage de trois des champs de pommes de terre étudiés; il s'agissait de résidus d'applications effectuées en 1986. La teneur variait entre 1,1 et 0,11 µg/l. À un endroit, le produit subsistait depuis 11 mois. On a également trouvé du dinosèbe dans l'effluent d'un tuyau de drainage après une application (une seule observation: 44,0 µg/l). Des prélèvements effectués par la suite jusqu'à la fin de la saison ont indiqué une diminution de la teneur en dinosèbe. Les résultats du dosage des principaux ions ont indiqué une variation de l'alcalinité et des teneurs en ions calcium et potassium, en nitrate et en azote total par suite de l'application d'engrais. Des résultats préliminaires de prélèvements effectués au printemps de 1988 ont confirmé la présence de résidus de dinosèbe provenant d'applications effectuées l'année précédente et à un endroit traité 23 mois auparavant, le dinosèbe était encore présent en traces.

La DQE a déterminé par calcul du bilan massique que 0,001 p. 100 du dinosèbe appliqué dans deux champs expérimentaux se retrouve dans les échantillons prélevés au cours de la saison.

Ce projet s'est terminé à la fin de l'exercice 1988. Un rapport provisoire est disponible et le rapport final est en cours de rédaction.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: H.J. O'Neill
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6
(506) 857-6606

9. ÉTUDE FÉDÉRALE-PROVINCIALE DES PRODUITS CHIMIQUES TOXIQUES DANS LES SOURCES D'EAU POTABLE

(Direction de la qualité des eaux, région de l'Atlantique)

Introduction

Au cours de l'exercice 1987-1988, nous avons effectué la dernière partie d'une étude conjointe fédérale-provinciale d'une durée de quatre ans à laquelle ont participé la Direction de la qualité des eaux de la région de l'Atlantique (DQE), Santé et Bien-être social Canada, les ministères de la Santé du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse et les ministères de l'Environnement de l'Île-du-Prince-Édouard et de Terre-Neuve. Dix pour cent de la population de Terre-Neuve, 70 p. 100 de celle du Nouveau-Brunswick, 50 p. 100 de celle de la Nouvelle-Écosse et presque toute la population de l'Île-du-Prince-Édouard tirent leur eau de sources souterraines. Cette étude comprenait la collecte et l'analyse d'échantillons d'eau brute provenant de sources de surface et de sources souterraines qui alimentent diverses municipalités dans chaque province de l'Atlantique. Santé et Bien-être social Canada mesure diverses substances organiques volatiles dans l'eau brute et l'eau traitée alors que la Direction de la qualité des eaux s'intéresse aux principaux ions, aux métaux, aux substances nutritives, aux polluants de l'environnement et aux pesticides présents dans l'eau brute exclusivement.

Méthode

Dix échantillons d'eau de source brute ont été prélevés en double dans chaque province de l'Atlantique au cours du printemps et de l'automne. Les prélèvements ont été réalisés par le personnel de la DQE au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard; à Terre-Neuve, des employés du gouvernement provincial s'en sont chargés. Les échantillons de substances organiques volatiles ont été expédiés au laboratoire désigné par Santé et Bien-être social et tous les autres échantillons ont été dosés par la Division des services analytiques de la DQE. Le volume des échantillons et les techniques de conservation ont été uniformisés pour chaque paramètre. Les paramètres ont été choisis par l'ensemble des participants et comprennent: les principaux ions, les métaux, les substances nutritives, les chlorophénols, les chlorobenzènes, les insecticides organochlorés et organophosphorés, les biphényles polychlorés, les carbamates et les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Résultats et discussion

Chaque province a préparé un rapport sommaire en 1985 et en 1986; le rapport de 1987 est en préparation. On a observé la présence généralisée de l'organochloré alpha-BHC et du fluoranthène (hydrocarbure aromatique polycyclique) dans plusieurs sources. Des observations isolées ont indiqué la présence de certains composés organophosphorés en usage en teneurs à peine supérieures au seuil de détection. Tous les pesticides pour lesquels Santé et Bien-être social Canada a fixé des normes étaient présents à des teneurs inférieures à celles admissibles. Santé et Bien-être social Canada a signalé certaines substances organiques volatiles dans des sources d'eau brute et d'eau traitée. On a observé la présence de perchloro-éthylène à deux reprises, ce qui constitue un nouveau sujet d'inquiétude. Ces deux endroits ont fait l'objet d'un suivi par les ministères provinciaux responsables. Dans plusieurs municipalités qui tirent leur eau de sources de surface, les normes ont été dépassées en ce qui a trait à la couleur. Les teneurs en manganèse et en fer ont également dépassé les normes fixées pour l'aspect visuel.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: H.S. Bailey
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6
(506) 857-6606

10. APPLICATION DE LA TECHNIQUE *SPANS* À LA SURVEILLANCE DES SUBSTANCES TOXIQUES DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

(H.J. O'Neill et W.B. Hanna)

Introduction

On se préoccupe de plus en plus de la présence de composés organiques toxiques, notamment les pesticides, dans l'eau douce, les sédiments benthiques et le biote de la région de l'Atlantique. La plupart du temps, la pollution est le résultat direct des activités anthropiques ou est aggravée par celles-ci. On a estimé que les données sur l'utilisation des terres pourraient servir à identifier les régions où les pesticides et les polluants risquent de se retrouver dans l'environnement. Toutefois, les gestionnaires et les chercheurs qui s'occupent des ressources aquatiques n'ont pas facilement accès aux données sur les activités terrestres.

Objectifs

Les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. Identifier et classer les régions où des polluants pourraient être d'origine anthropique à partir des données sur l'utilisation des terres.

2. Vérifier les sources virtuelles de pollution grâce aux données existantes de la Direction de la qualité des eaux.

3. Illustrer la façon d'utiliser cette information pour mettre sur pied des réseaux de surveillance et déterminer les sites à étudier en priorité.

Méthode

Nous avons obtenu les données pertinentes du Système de données sur les terres du Canada et nous les avons préparées pour qu'elles soient prêtes à être utilisées. Nous avons utilisé le système d'information géographique informatisé SPANS pour réunir les données sur l'utilisation des terres. Il est généralement admis que la présence de certains facteurs dans une région peut augmenter la possibilité que des pesticides ou des polluants soient présents en teneurs élevées. En identifiant les régions où de tels facteurs sont présents, on peut en déduire l'existence possible de charges plus élevées de substances chimiques toxiques. Le système SPANS a été utilisé pour réunir les données sur l'utilisation des terres de façon à fabriquer une carte hypothétique appelée "Sources virtuelles de produits toxiques". Nous avons testé cette carte à l'aide des données dont dispose la Direction de la qualité des eaux (DQE).

Résultats et discussion

Nous avons préparé deux cartes après avoir réuni les données sur l'utilisation des terres, la capacité des terres, les sites industriels et les données démographiques. La carte des sources virtuelles de pesticides illustre les sources possibles de pesticides utilisés en agriculture et la carte des sources virtuelles de produits toxiques illustre les facteurs agricoles, industriels et démographiques connus. Nous avons classé, selon une échelle relative, la possibilité de pollution de "très élevée" à "faible". Une analyse de cette carte indique qu'environ 10 p. 100 de la région de l'Atlantique tombe dans les catégories de possibilité "élevée" à "très élevée".

Un examen des données empiriques a confirmé que cette carte est généralement exacte. Sur les 55 cas où l'on rapportait des substances toxiques (HAP comprenant le fluoranthène, DDT et BPC) en teneurs élevées et très élevées, 78 p. 100 (soit 43 cas) provenaient de régions où, d'après la carte hypothétique, la possibilité qu'il s'en trouve était "élevée" et "très élevée". De plus, l'étroite corrélation entre la pollution possible par des pesticides et la teneur en substances nutritives observée confirme la validité de la carte hypothétique.

En utilisant l'approche décrite dans la présente étude, on pourrait améliorer les réseaux de surveillance des substances toxiques individuelles. La présence d'une substance chimique toxique dans l'environnement dépend de nombreux facteurs, mais en transformant sous forme de cartes les données pertinentes à un produit toxique spécifique (industries polluantes,

types de sol, etc.) et en superposant ces données, on peut obtenir des cartes fidèles permettant de faire des prévisions. Ainsi, ces cartes (en identifiant les "points chauds" par exemple, etc.) peuvent nous aider à choisir les endroits où établir une surveillance et à éliminer les méthodes empiriques utilisées actuellement.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: H.J. O'Neill
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6
(506) 857-6606

Deltaméthrine, DBCA, PBalc, PBald, PBacid

11. PERSISTANCE ET DEVENIR DE LA DELTAMÉTHRINE DANS UN ÉTANG ET UN COURS D'EAU DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

(R.J. Maguire, J.H. Carey et H.B. Lee)

Introduction

La deltaméthrine, un pyréthrinoïde synthétique photostable, est le plus puissant insecticide connu. Étant donné que la deltaméthrine est également très toxique pour les invertébrés aquatiques et, directement ou indirectement, pour les organismes qui se nourrissent de ces invertébrés, son usage n'est normalement autorisé que dans les secteurs éloignés des cours d'eau et des étangs. Dans le cadre d'une étude portant sur les effets de la deltaméthrine sur le biote des cours d'eau, menée conjointement par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE), le Service de la protection de l'environnement (région de l'Atlantique) et la Direction de la qualité des eaux (région de l'Atlantique), nous avons étudié la persistance et le devenir de la deltaméthrine dans un étang et un cours d'eau après une pulvérisation directe.

Méthode

Après la pulvérisation de deltaméthrine, en juillet 1986, sur un étang et un ruisseau adjacents à un champ de pommes de terre de l'Île-du-Prince-Édouard, on a prélevé des échantillons d'eau sous la surface et dans la microcouche superficielle, ainsi que des échantillons de matières en suspension et de sédiments. Nous avons alors dosé la deltaméthrine et ses stéréo-isomères et quatre de ses plus importants produits de dégradation, en l'occurrence l'acide cis-3 (dibromo-2,2 vinyl)-diméthl-2,2 cyclopropanecarboxylique (DBCA), l'alcool phénoxy-3 benzylique (PBalc), le phénoxy-3 benzaldéhyde (PBald) et l'acide phénoxy-3 benzoïque (PBacid).

Résultats et discussion

La deltaméthrine pulvérisée sur l'étang et le ruisseau a disparu rapidement de l'eau; sa demi-vie était d'environ une heure. Voici les principales voies de dégradation ou de dissipation:

1. Conversion chimique et photochimique en stéréo-isomères inactifs de la (2 + 2')-deltaméthrine.

2. Hydrolyse avec oxydation subséquente des produits.

Nous n'avons décelé aucune trace des stéréo-isomères de la deltaméthrine ni d'aucun des quatre principaux produits de dégradation dans l'eau ou les sédiments, 11 jours après la pulvérisation. Des expériences en laboratoire dans lesquelles on a comparé la volatilisation de préparations de deltaméthrine pulvérisées sur l'eau ou injectées sous la surface de l'eau, ont indiqué que la volatilisation à partir d'une microcouche superficielle est un phénomène très rapide qui pourrait être la principale voie de dissipation de la deltaméthrine ou de tout autre pesticide lipophile pulvérisé à la surface de l'eau. Nous avons déjà observé ce phénomène avec le fénitrothion pulvérisé sur un étang dans le cadre de la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Nouveau-Brunswick.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.J. Maguire
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4776

12. MIGRATION ET DEVENIR DES PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

(R.E. Jackson, chef d'équipe, M.W. Priddle, S. Lesage, P. Lapcevic, J.P. Mutch et K.S. Novakowski)

Introduction

La présente étude a pour but d'évaluer la migration et le devenir de l'aldicarbe, substance active de l'insecticide Temik, dans les eaux souterraines sous les champs de pommes de terre, à l'Île-du-Prince-Édouard. Au cours des trois dernières années, nous avons évalué la qualité des eaux souterraines sous trois champs où de l'aldicarbe avait été appliqué. Les contrôles effectués comprenaient le prélèvement d'échantillons d'eaux souterraines de 50 piézomètres installés dans les champs en question. Les dosages chimiques ont été effectués à l'Institut national de recherche sur les eaux et dans les laboratoires de la Direction de la qualité de l'eau à Moncton (Nouveau-Brunswick).

Résultats et discussion

On a observé la persistance des dérivés toxiques de l'aldicarbe, l'aldicarbesulfoxyde et l'aldicarbesulfone, dans les eaux souterraines de l'Île-du-Prince-Édouard ayant un pH et une teneur en nitrates élevés. Il semble qu'une teneur élevée en aldicarbe va presque toujours de pair avec une teneur élevée en nitrates. Il est évident que la grande perméabilité des sols de l'Île-du-Prince-Édouard fournit une explication physique à ce phénomène, mais les faibles pH indiquent qu'il pourrait également y avoir une cause chimique. Nous avons montré par simulation géochimique que l'oxydation des engrais à base de nitrate d'ammonium produit des nitrates et abaisse le pH des eaux souterraines. Dans les conditions de faible pH et de basse température qui règnent dans les sols de l'Île-du-Prince-Édouard, la dégradation de l'aldicarbe en dérivés moins toxiques est réduite. Par conséquent, la dégradation des résidus d'engrais sur l'Île-du-Prince-Édouard semble inhiber la dégradation des résidus de pesticides. On peut éviter ce phénomène en appliquant le Temik après l'émergence des plants à la fin de juin et non lors des semis en mai. Cela permet à la température du sol d'augmenter considérablement et donc l'oxydation presque totale de l'ammonium en l'absence d'aldicarbe.

Il existe une autre raison pour appliquer le Temik au moment de l'émergence des plants plutôt qu'au moment des semis. Le Temik est un insecticide systématique qui doit être absorbé par les racines de la plante pour la protéger contre le puceron et le doryphore de la pomme de terre. Comme les semis n'ont pas de racines, l'insecticide est peu absorbé et son lessivage dans le sol est important.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.E. Jackson
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4587

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU QUÉBEC

Atrazine, métolachlore, MCPB, captane, mancozèbe, phorate, carbaryl, azinphos-méthyl, endosulfan, aldicarbe, chlordane, paraquat, pichlorame, BT, chlorpyrifos, fonofos, méthoxychlore, parathion, perméthrine, terbufos, carbofurane, diazinon, méthamidophos, dinosèbe, thirame

1. MANUEL DES PRINCIPAUX INSECTICIDES UTILISÉS AU QUÉBEC

(D. Cossette, I. Giroux, R. Poulin et coll. (contractants), SAGE Ltée, Québec)

Introduction

La présente étude a pour but de préparer un manuel des principaux insecticides utilisés au Québec en milieux agricole, forestier et urbain. Elle fournira à Environnement Canada les informations requises pour planifier les études qui devront être faites à plusieurs paliers en vue d'évaluer l'impact des pesticides sur l'environnement au Québec.

Méthode

Les pesticides qui suscitent le plus d'inquiétude au Québec ont été identifiés en fonction des critères suivants: quantité vendue, toxicité, rémanence, cancérogénicité et dose.

Le manuel est en trois volumes: Le volume 1 (confidentiel) présente une vue d'ensemble de la situation. Il décrit les procédés utilisés pour identifier les pesticides qui suscitent le plus d'inquiétude au Québec et les quarante pesticides retenus. Le chapitre 2 décrit le procédé qui a servi à identifier les dix-neuf bassins hydrographiques (sur un total de 122) particulièrement préoccupants. Le chapitre 3 définit le concept de guilde et indique les principales espèces (oiseaux et poissons) susceptibles d'être exposées aux pesticides. Le chapitre 4 présente les résultats obtenus et les discute. Le volume 2 traite des principes actifs et le volume 3 (confidentiel), des bassins hydrographiques.

Résultats et discussion

En général, les herbicides sont les pesticides les plus couramment utilisés au Québec. Nous avons retenu l'atrazine, le métolachlore et le MCPB. En ce qui concerne les fongicides, le captane et le mancozèbe sont largement utilisés. Dans le cas des insecticides, la situation varie d'une région à l'autre, mais le phorate et le carbaryl sont parmi les plus couramment utilisés. Outre ces produits qui présentent un intérêt particulier dans toutes les régions du Québec, l'azinphos-méthyl, l'endosulfan, l'aldicarbe et le chlordane sont potentiellement toxiques ou présentent un risque élevé d'exposition pour certains organismes dans leur milieu naturel.

Les principales espèces que l'on sait particulièrement vulnérables à une exposition directe aux herbicides sont les poissons et un certain nombre de végétaux non visés par le traitement. Face aux insecticides, l'homme, les invertébrés aquatiques, les poissons, la faune terrestre, les oiseaux et les abeilles sont particulièrement vulnérables. La faune ichtyologique est particulièrement vulnérable aux fongicides.

Treize des 40 pesticides sélectionnés ont une rémanence prolongée dans l'un ou plusieurs des constituants étudiés, en l'occurrence le sol, l'eau et les organismes aquatiques. Il s'agit du dinosèbe, du MCPA, du paraquat, du pichlorame, du BT, du chlordane, du chlorpyrifos, du fonofos, du méthoxychlore, du parathion, de la perméthrine, du phorate et du terbufos.

Les produits utilisés pour la culture du maïs et des céréales sont surtout nocifs pour les oiseaux qui trouvent leur nourriture dans le sol au début de la saison et sur les plants au cours de la saison de croissance. Le paraquat et le carbofurane utilisés dans les pâturages sont toxiques pour les oiseaux et peuvent affecter plusieurs espèces omnivores, granivores et insectivores.

En ce qui concerne les cultures de petits fruits et les arbres fruitiers, l'azinphos-méthyl, le carbofurane, le diazinon et l'endosulfan suscitent le plus d'inquiétude. Une trentaine d'espèces d'oiseaux fréquentent ces cultures au moment où ces insecticides sont appliqués.

Dans les cultures maraîchères, les produits en granulés peuvent présenter des risques pour les oiseaux qui tirent leur nourriture du sol; il en est de même de certains produits toxiques pour les oiseaux, tels l'azinphos-méthyl, le carbofurane, le chlorpyrifos, le diazinon, l'endosulfan, le méthamidophos, le parathion, le dinosèbe, le paraquat et le thirame.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Jean-Luc DesGranges, Coordonnateur de projet
Conservation et Protection - Région du Québec
Service canadien de la faune
C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H5
(418) 648-3914

---

2. PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE DES PRODUCTEURS DE FRUITS ET DE LÉGUMES DU QUÉBEC QUI UTILISENT DES TECHNIQUES CLASSIQUES, DES TECHNIQUES DE LUTTE INTÉGRÉE ET DES TECHNIQUES BIOLOGIQUES DE LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS, ET PESTICIDES UTILISÉS PAR CES PRODUCTEURS

(Hélène Boudier)*

Introduction

Une utilisation accrue ou généralisée des pratiques de lutte intégrée (PLI) devrait réduire les problèmes environnementaux causés par les pesticides et leur manipulation. On ne peut inciter efficacement les producteurs à adopter de telles pratiques que si l'on connaît les données socio-économiques et le profil de comportement des producteurs qui utilisent déjà les méthodes en question.

Objectifs

Ce travail de recherche avait donc comme premier objectif de comparer le bagage socio-économique des utilisateurs des PLI dont les cultures nécessitent une grande quantité de pesticides (légumes, petits fruits, pommes et pommes de terre) à celui d'un groupe témoin de producteurs des mêmes cultures utilisant des moyens classiques et d'un groupe de producteurs utilisant la lutte biologique. Le deuxième objectif consistait à comparer l'attitude des trois groupes face à l'utilisation des pesticides.

Méthode

Les méthodes utilisées consistaient en des entrevues non orientées conduites à domicile chez 384 producteurs de légumes, de petits fruits, de pommes et de pommes de terre, établis au sud et au nord de Montréal et dans la région de la Mauricie et de Nicolet où il y avait des systèmes de recrutement. Les personnes interviewées devaient en outre compléter un questionnaire. Trois cent cinquante-deux producteurs ont activement participé à notre enquête. Sur ce nombre, 203 utilisaient les techniques classiques, 127 recouraient à des techniques de lutte intégrée et 22 employaient des méthodes biologiques.

Le questionnaire comprenait huit sections: profil socio-économique du répondant et activité agricole, pratiques agricoles, technique de commercialisation du produit, attitude vis-à-vis des pesticides, opinion sur les pesticides, observation de l'environnement, sources d'information et motivation.

Résultats et discussion

Les utilisateurs des PLI étaient plus scolarisés que les producteurs utilisant les méthodes classiques, mais moins que les producteurs faisant appel à des techniques de lutte biologique. Ils étaient plus souvent incorporés en sociétés (35 p. 100) et davantage impliqués dans des associations professionnelles que dans leur communauté. On a observé l'inverse chez les producteurs employant des méthodes classiques. Dans l'ensemble, les utilisateurs des PLI cultivaient de plus grandes superficies (moyenne de 101,4 ha) que les producteurs utilisant des méthodes classiques (67,9 ha) ou les techniques de lutte biologique (32,8 ha). Le revenu brut moyen des premiers étaient presque le triple de celui des producteurs utilisant des moyens classiques et dix fois plus élevé que celui des producteurs utilisant les techniques de lutte biologique. L'aspect du produit était le critère de qualité le plus important chez les deux premiers groupes alors que les adeptes de la lutte biologique accordaient en premier l'importance à la valeur nutritive de leurs produits.

C'est dans le groupe des utilisateurs des PLI que l'on retrouve le plus grand nombre de personnes qui se considéraient comme des gens d'affaires. La proportion d'utilisateurs qui maintenaient des dossiers sur la gestion des récoltes était plus élevée chez ceux pratiquant la lutte intégrée et des techniques de lutte biologique. Le nombre de producteurs ayant investi dans des travaux de drainage et d'irrigation était significativement plus élevé chez les utilisateurs des PLI. En ce qui concerne les pratiques agricoles, l'étude a révélé qu'en dehors des méthodes chimiques, on faisait appel à de nombreuses autres méthodes pour lutter contre certains ravageurs et résoudre d'autres problèmes. Les techniques les plus communément utilisées étaient le hersage, le labourage, le sarclage et la rotation des cultures. Les utilisateurs des PLI et de méthodes classiques utilisaient les mêmes techniques dans des proportions semblables.

Les utilisateurs des PLI choisissaient les pesticides principalement en fonction de leur expérience personnelle. Ils faisaient appel également à des manuels publiés par le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation du Québec, aux avis phytosanitaires et aux traités de parasitologie pour obtenir de l'information sur les pesticides. Le type de culture était le principal facteur responsable des différences enregistrées et non l'appartenance à un groupe particulier, sauf bien entendu pour les producteurs utilisant les techniques de lutte biologique.

Dans les cas où les utilisateurs des PLI utilisaient des pesticides, nous n'avons observé aucune différence entre ce groupe et celui utilisant des méthodes classiques en ce qui concerne le produit utilisé, la façon d'éliminer le produit restant après usage ou la formation reçue dans le domaine. Toutefois, un plus grand nombre d'utilisateurs des PLI gardaient un inventaire des pesticides (46 p. 100 comparativement à 27 p. 100 pour l'autre groupe).

* ASERNE Consultant Enr., Montréal.

Cinquante-six pour cent des utilisateurs des PLI et 41 p. 100 des producteurs utilisant des moyens classiques ont signalé des maladies après l'application de produits. La santé des animaux sauvages est également affectée: 9 p. 100 des producteurs ont observé des animaux morts à la suite d'une application de pesticides. Les oiseaux étaient les plus touchés, mais on a également mentionné des chats, des chiens et des poissons.

Cinquante-sept pour cent des utilisateurs des PLI étaient prêts à payer plus cher pour obtenir un produit moins toxique pour l'utilisateur, comparativement à 40 p. 100 chez ceux utilisant des méthodes classiques. Par ailleurs, 46 p. 100 des utilisateurs des PLI et 38 p. 100 des utilisateurs de moyens classiques étaient prêts à payer plus cher un pesticide moins persistant et respectivement 38 et 31 p. 100 d'entre eux étaient prêts à payer plus cher un pesticide plus spécifique.

En ce qui concerne les données socio-économiques et l'opinion des producteurs sur les pecticides et l'environnement, il est clair qu'il existe des différences appréciables entre les trois catégories de producteurs. Alors que les producteurs qui utilisent les techniques de lutte biologique le font principalement pour protéger l'environnement, ceux qui utilisent les PLI y voient surtout des raisons économiques, même si ces deux catégories de producteurs ont sensiblement la même opinion sur les pesticides.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Francine Perron, Biologiste - Substances toxiques
Contrôle des substances toxiques
Direction de la Protection
Région du Québec
1179, rue de Bleury
Montréal (Québec)
H3B 3H9
(514) 283-0195

---

3. PRÉSENCE DE PESTICIDES UTILISÉS EN AGRICULTURE DANS LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES AU QUÉBEC

(C. Langlois et H. Sloterdijk)

Introduction

Au Québec, on utilise chaque année 2,7 x 10^6 kg de pesticides en agriculture pour lutter contre les mauvaises herbes, les insectes, les maladies, les moisissures, les rongeurs et autres ravageurs qui nuisent aux cultures. Les effets des pesticides sur ces organismes varient selon les groupes de produits chimiques. Les périodes d'utilisation varient selon le pesticide utilisé (but du traitement et organisme cible), la période au cours de laquelle le problème se présente et les conditions atmosphériques. La plupart des pesticides sont appliqués au printemps (mai-juin).

On connaît encore très peu de chose sur les pesticides présents dans le milieu aquatique au Québec. La Direction des eaux intérieures (région du Québec) a mis sur pied un programme de surveillance qui se limite aux pesticides organochlorés dans le fleuve Saint-Laurent. Des pesticides couramment utilisés, comme les carbamates, les triazines, les dérivés amidés, les phénoxyacides et les pesticides organophosphorés, n'ont pas été inclus dans ce programme. Étant donné les grandes quantités utilisées et la toxicité de certains pesticides pour des organismes non visés, leur persistance dans l'environnement ou leur accumulation chez des organismes vivants, il était très important d'obtenir un tableau exact de la situation.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Obtenir des données pour réévaluer l'usage des pesticides.
2. Fournir de l'information aux gestionnaires sur la présence et le mouvement des pesticides.
3. Mettre sur pied un programme d'évaluation et de surveillance des pesticides communément utilisés au Québec.

Méthode

Nous avons étudié la région sud-ouest du lac Saint-Pierre où les bassins hydrographiques des rivières Yamaska et Saint-François constituent des sources importantes de pesticides. Nous avons étudié divers constituants du milieu aquatique, soit les sédiments benthiques, les sédiments en suspension, l'eau et de jeunes poissons (queue à tache noire, perchaude, méné émeraude). Les points d'échantillonnage étaient situés à 7,5 km de l'embouchure de la rivière Yamaska et à 2 km de l'embouchure de la rivière Saint-François.

Les prélèvements ont été effectués entre la fin de juin et le début d'octobre. On a prélevé neuf échantillons d'eau brute dans chaque rivière à raison d'un prélèvement par semaine (juillet-août et une fois à l'automne). Des échantillons de sédiments en suspension (recueillis par centrifugation) et d'eau (passés à travers une colonne de résine) ont été prélevés à quatre reprises en juillet et au début d'août. Des échantillons de sédiments benthiques ont été prélevés à trois endroits dans chaque rivière. De jeunes poissons ont été capturés en deux points dans chaque rivière, et ce à trois reprises en juillet, en août et en septembre. Nous avons dosé les pesticides suivants dans les quatre constituants du milieu déjà mentionnés, soit l'eau, les sédiments en suspension, les sédiments benthiques et des poissons:

Carbamates:	butylate, aldicarbe, carbofurane
Triazines:	atrazine, métribuzine, simazine
Phénoxyacides:	2,4-D, 2,4-DB, 2,4-DP
Organophosphorés:	diazinon
Dérivés amidés:	alachlore, métolachlore
PCB/organochlorés:	arochlores totaux (PCB), hexachlorobenzène, aldrine, heptachlore, mirex, alpha-, bêta- et gamma-BHC (lindane), cis- et trans-chlordane, p,p'-DDE, o,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-TDE, p,p'-DDT, méthoxychlore, heptachlore époxyde, alpha- et bêta-endosulfan, dieldrine, endrine.

Résultats et discussion

Cinq seulement des 39 pesticides dosés dans les échantillons d'eau brute de la rivière Yamaska dépassaient le seuil de détection: le 2,4-D (dans 10 p. 100 des échantillons), le 2,4-DP (dichlorprop) (40 p. 100), le pichlorame (10 p. 100), le métolachlore (50 p. 100) et l'atrazine (100 p. 100). On n'a retrouvé que du 2,4-DP et de l'atrazine dans les échantillons d'eau brute prélevés dans la rivière Saint-François, le premier dans 50 p. 100 des échantillons, le second dans tous les échantillons analysés. Dans les échantillons d'eau prélevés à l'aide d'une colonne de résine, six des 23 pesticides organochlorés dosés dépassaient le seuil de détection dans la rivière Yamaska. Le lindane et le cis-chlordane se trouvaient

dans tous les échantillons analysés, l'alpha-BHC, dans 75 p. 100 des échantillons, le trans-chlordane et le p,p'-DDD, dans 0 p. 100 des échantillons et le o,p'-DDT, dans 25 p. 100. Tous les échantillons d'eau prélevés avec une colonne de résine dans la rivière Saint-François contenaient de l'alpha-BHC et du lindane, et 25 p. 100 renfermaient du cis- et du trans-chlordane ainsi que de l'o,p'-DDT.

L'analyse des sédiments benthiques a révélé la présence de PCB dans tous les échantillons prélevés dans les deux rivières. Par contre, un seul des 40 pesticides, en l'occurrence l'atrazine, a été détecté dans les sédiments benthiques prélevés dans la Yamaska; 30 p. 100 des échantillons en renfermaient en teneurs détectables. Aucun pesticide n'a été retrouvé dans les sédiments benthiques provenant de la rivière Saint-François. Tous les échantillons de sédiments en suspension contenaient des PCB, que les échantillons proviennent de la Yamaska ou de la rivière Saint-François, et l'on a retrouvé de l'atrazine dans 25 p. 100 des échantillons de sédiments en suspension prélevés dans la Yamaska.

On a retrouvé des PCB dans tous les jeunes poissons capturés, mais deux seulement des 40 pesticides dosés dépassaient la limite de détection. Le lindane a été détecté chez 16 p. 100 des *Notropis hudsonius*; le p,p'-DDE a, par contre, été détecté chez tous les poissons analysés.

La teneur de l'eau en atrazine était deux à dix fois plus élevée dans la rivière Yamaska que dans la rivière Saint-François, ce qui s'explique par une plus forte application de ce pesticide dans le bassin versant de la Yamaska (2,11 kg/ha) que dans celui de la Saint-François (1,90 kg/ha). Au Québec, l'atrazine est placée dans la catégorie des pesticides utilisés à dose élevée. Bien que le chlordane, un pesticide très persistant et modérément toxique, ne soit plus utilisé depuis décembre 1985, l'eau en contenait encore.

Les variations des charges et des teneurs en pesticides décelés dans les échantillons d'eau sont alignées sur les variations des teneurs en substances nutritives (NO_2-NO_3, phosphore total). Les teneurs en pesticides atteignent un sommet au début de l'été à cause de l'utilisation massive d'engrais (N, P, K) et de pesticides, puis elles diminuent par la suite.

Il est difficile de détecter tous les pesticides présents dans le milieu aquatique au cours d'un seul été en raison du nombre de facteurs à considérer. Les périodes d'application, les conditions climatiques, les transformations physico-chimiques et biologiques des pesticides dans les milieux aquatique et terrestre ainsi que le laps de temps qui s'écoule entre le moment où les pesticides sont appliqués et celui où les échantillons sont prélevés, peuvent varier. Tout cela influence la charge et les teneurs en pesticides que l'on retrouve dans les écosystèmes aquatiques.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: C. Langlois et H. Sloterdijk
Évaluation des apports toxiques
Centre Saint-Laurent
105, rue McGill
8e étage
Montréal (Québec)
H2Y 2E7
(514) 283-8856

---

4. MISE AU POINT D'UN OUTIL SIMPLE ET ADAPTABLE POUR ÉVALUER LA VULNÉRABILITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE À LA POLLUTION PAR LES PESTICIDES

(J.-P. Villeneuve, O. Banton, P. Lafrance, C. Blanchette et S. Deschênes)*

Introduction

Le présent projet visait à mettre au point une méthode pour déterminer la polluovulnérabilité** de l'eau souterraine à l'aide des données disponibles sur les sites individuels, à l'échelle des sites hydrogéologiques.

Cette méthode devait nous fournir un outil pour évaluer la vulnérabilité relative des sites à la pollution de l'eau souterraine provenant de diverses sources, en tenant compte des paramètres qui sont responsables de la vulnérabilité. Cet outil sera utile pour analyser les rapports entre les méthodes d'application, l'utilisation des terres et les produits appliqués, et ensuite les effets sur la pollution de l'eau souterraine. Cet outil pourrait servir à orienter la sélection des futurs sites d'échantillonnage et les paramètres à caractériser dans chacun d'eux.

Le projet comprend également la création d'un programme pour cartographier la vulnérabilité.

Méthode

La méthode devant servir à évaluer la vulnérabilité de l'eau souterraine comprenait cinq étapes:

1. Étude et estimation des méthodes d'évaluation et de représentation utilisées.
2. Mise au point (adaptation) d'une méthode applicable spécifiquement au Québec.
3. Application de la méthode au niveau des sites.
4. Programmation sur micro-ordinateur avec traitement graphique.
5. Publication d'un rapport.

Résultats et discussion

La vulnérabilité d'un réseau d'eau souterraine à la pollution est un concept complexe et mal défini qui peut représenter non seulement la polluosensibilité et la vulnérabilité à la pollution, mais aussi les conditions naturelles qui influencent la pénétration des polluants dans l'environnement, leur migration et même leur élimination. Les divers facteurs qui agissent sur la vulnérabilité de l'eau souterraine à la pollution sont ceux qui sont liés à la pénétration et à la migration des polluants dans la nappe d'eau souterraine. Nous avons étudié diverses méthodes pour évaluer le risque de pollution de l'eau souterraine, soit les évaluations par des experts, les méthodes d'indexage et les modèles mathématiques du transport des pesticides.

Une méthode d'évaluation de la vulnérabilité de l'eau souterraine doit tenir compte des conditions du site, de la persistance (constante de dégradation) et de la mobilité (ou facteur de retardement déterminé par la valeur du coefficient de diffusion K_d) du polluant en zones non saturée ou saturée. C'est la représentativité et le niveau d'utilisation de ces facteurs d'atténuation, reliés à l'importance accordée aux facteurs de risque et aux effets de la pollution, qui déterminent l'utilité ou la qualité d'une évaluation de la vulnérabilité de l'eau souterraine. Les seules méthodes qui permettent de répondre aux questions qu'on se pose et d'atteindre les objectifs fixés sont les modèles de simulation mathématique du transport des polluants.

Les résultats de la simulation déterministe du transport des pesticides, c'est-à-dire la prévision de la pollution par les pesticides, sont très sensibles aux variations des paramètres d'entrée, tels que l'adsorption et la dégradation. Étant donné la variabilité spatiale et temporelle des caractéristiques du site, la représentativité de ces résultats est très douteuse. Une approche stochastique de simulation du devenir des pesticides dans la zone non saturée serait une bonne alternative, car elle tient compte des caractéristiques de variabilité du sol et donc de la variabilité des paramètres liés au débit de l'eau et au transport des polluants. Dans des conditions réelles sur le terrain, l'utilisation stochastique d'un modèle déterministe à convection est numériquement équivalente à l'utilisation stochastique d'un modèle déterministe à convection et dispersion.

Pour mettre au point le nouveau modèle VULPEST, on a émis l'hypothèse que le transport peut être adéquatement modélisé par l'équation différentielle d'advection. On utilise une solution exacte pour résoudre cette équation de façon à réduire le temps de calcul et à réduire au minimum les erreurs de calcul.

---

* Institut national de recherche scientifique (INRS-Eau), Sainte-Foy (Québec).

** Par polluovulnérabilité, on entend ici toute introduction de polluants dans le réseau.

Un modèle déterministe doit être utilisé dans le cadre d'une approche de simulation stochastique (type Monte-Carlo) de façon à tenir compte de la variabilité spatiale des caractéristiques hydrogéologiques du sol au niveau du site. Cette approche consiste à exécuter un nombre suffisant de simulations. Les paramètres pour chaque simulation sont établis en choisissant au hasard la distribution des valeurs attribuées à chaque paramètre.

On obtient différents types de résultats à partir de telles simulations. Le modèle fournit une courbe d'interférence stochastique correspondant à l'intégration temporelle des courbes d'interférence de chaque simulation Monte-Carlo. Il fournit également la teneur maximale, la teneur annuelle moyenne et la masse cumulée des pesticides. Les résultats peuvent être traités statistiquement pour déterminer le risque (probabilité) et les dépassements de valeurs comme celles fixées par des normes ou des valeurs de référence entrées par l'utilisateur.

Le modèle VULPEST a été traduit sous forme de logiciel interactif. La structure du logiciel facilite l'entrée des données. À partir de menus déroulants, il permet de visualiser directement les données entrées, la distribution des paramètres choisis et les résultats de la simulation. Il permet également de gérer les divers fichiers.

Le modèle a été appliqué à deux endroits au Québec (région de Portneuf et de Saint-Augustin) avec deux pesticides différents. Les résultats obtenus sont très réalistes et satisfaisants en dépit de l'absence de certaines données nécessaires.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Francine Perron, Biologiste - Substances toxiques
Contrôle des substances toxiques
Direction de la Protection
Région du Québec
1179, rue de Bleury
Montréal (Québec)
H3B 3H9
(514) 283-0195

---

5. RECOMMANDATIONS CANADIENNES EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'EAU APPLICABLES AUX PESTICIDES
(M. Wong)

Introduction

Le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE) a publié la première édition des *Recommandations canadiennes du CCMRE en matière de qualité de l'eau* en 1987 dans le but d'harmoniser les recommandations visant à maintenir et à protéger les usages désignés de l'eau. Des recommandations ont été publiées concernant des paramètres chimiques, physiques et biologiques. Les principaux usages de l'eau considérés étaient:

1. L'eau brute pour l'approvisionnement en eau potable.
2. Les eaux de loisirs et les considérations esthétiques.
3. L'eau utilisée en agriculture pour l'irrigation et l'abreuvement.
4. L'eau utilisée à des fins industrielles.
5. L'eau offrant un milieu et une protection aux organismes aquatiques dulcicoles.

Les *Recommandations en matière de qualité de l'eau* sont utilisées par les organismes provinciaux, territoriaux et fédéraux au Canada dans leurs efforts pour évaluer les problèmes de qualité de l'eau et gérer les diverses utilisations concurrentielles des ressources en eau. Étant donné l'importance grandissante des recommandations en matière de qualité de l'eau dans ce processus, le CCMRE a demandé à son Groupe de travail sur les recommandations en matière de qualité de l'eau de préparer des recommandations en matière de qualité de l'eau répondant aux conditions canadiennes.

Il faut insister sur le fait que ces recommandations ne donnent pas des valeurs de qualité de l'eau qui s'appliquent uniformément à l'échelle nationale et qu'il faut tenir compte des conditions locales. Les recommandations seront également mises à jour à mesure que de nouvelles données seront disponibles.

Le Groupe de travail susmentionné a déterminé qu'il y a lieu de faire des recommandations pour les pesticides utilisés actuellement. Parmi les pesticides couverts par les recommandations de la première édition, de nombreux organochlorés ne sont plus homologués ou ne sont pas utilisés fréquemment au Canada. On se préoccupe maintenant davantage des nouveaux insecticides, herbicides et fongicides utilisés en agriculture et sylviculture modernes.

Méthode

Le Groupe de travail du CCMRE, après avoir consulté les membres, a établi une liste des pesticides utilisés actuellement pour lesquels il est urgent de formuler des recommandations en matière de qualité de l'eau. On a entrepris une étude poussée de la documentation internationale sur l'utilisation des pesticides d'intérêt prioritaire; leur présence dans l'eau, les sédiments et le biote; et leurs propriétés chimiques et toxicologiques. En 1987-1988, on a passé en revue les publications sur l'atrazine, le carbofurane et le glyphosate.

Résultats et discussion

Des recommandations en matière de qualité de l'eau pour divers usages ont été faites concernant l'atrazine, le carbofurane et le glyphosate. Les valeurs limites fixées pour ces trois substances avec raisons à l'appui ont été soumises au Groupe de travail du CCMRE et à d'autres experts scientifiques. Ces recommandations, une fois révisées, seront publiées sous forme de mise à jour dans les *Recommandations canadiennes du CCMRE en matière de qualité de l'eau* (1987).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M. Wong
Division des objectifs de qualité des eaux
Direction de la qualité des eaux
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 953-3197

6. PESTICIDES DANS LE MILIEU AQUATIQUE: ÉTUDE DES DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT À L'AIDE DU MODÈLE DE PERSISTANCE DU CNRC

(R. Newhook et A. Baril)

Introduction

L'évaluation de plus de 450 matières actives actuellement homologuées en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* exige que les responsables de la gestion de la qualité de l'eau au Canada disposent d'outils de dépistage pour calculer le risque que représentent les pesticides pour les organismes aquatiques. La meilleure façon d'obtenir une estimation des teneurs, de la distribution et de la persistance des pesticides dans l'environnement par suite de leur libération dans les réseaux aquatiques consiste à utiliser un modèle de simulation. C'est en effet le seul moyen de réaliser une synthèse des nombreux processus qui règlent le comportement des pesticides dans l'environnement.

La présente étude a pour objet de calculer la distribution des pesticides les plus vendus dans deux réseaux aquatiques modèles (lac et étang) à l'aide du modèle de PERSISTANCE du CNRC. On discute de la toxicité de ces pesticides envers les organismes aquatiques à la lumière des teneurs prévues, de la distribution et de la persistance dans l'environnement.

Méthode

Nous avons obtenu à partir de rapports publiés, des données sur les propriétés physicochimiques, les propriétés de distribution et les taux de transformation des 26 pesticides les plus vendus au Canada (dix insecticides, dix herbicides et six fongicides). Nous avons évalué les données aux plans des bonnes pratiques de laboratoire, de l'uniformité des conditions expérimentales et de la pertinence de leur utilisation dans les situations environnementales. Nous avons donc choisi les données à introduire dans le modèle. En l'absence de données mesurées, nous avons extrapolé à partir de relations empiriques connues. Nous avons modélisé un scénario de la pire éventualité en utilisant des apports de pesticides calculés à partir des doses maximales recommandées en agriculture.

Nous avons également recueilli dans les publications des données sur la toxicité aiguë des pesticides considérés pour les invertébrés aquatiques et les poissons. À partir de ces données et des résultats du modèle, nous avons classé les pesticides en fonction de leur toxicité, de leur persistance et des teneurs prévues dans l'environnement et nous les avons caractérisés en fonction du principal constituant du milieu dans lequel ils s'accumulent. Nous avons ensuite évalué le risque que présente chaque pesticide pour les organismes aquatiques.

Résultats et discussion

Même si le modèle permettait de prédire la distribution des 26 pesticides dans les quatre constituants (eau, matières en suspension, sédiments, poissons), les essais effectués pour déterminer les vitesses de dégradation et de transformation n'ont été exécutés que pour 14 pesticides à cause du manque de données de départ. En résumé, les résultats du modèle ont indiqué que l'atrazine et le métolachlore (des herbicides) sont les deux composés les plus persistants, peu importe le constituant dans lequel ils s'accumulent. Parmi ceux qui se distribuent surtout dans l'eau, le glyphosate, l'atrazine et le carbofurane sont les plus persistants, alors que dans les sédiments, ce sont le chlorpyrifos et le lindane. Le métolachlore se distribue également entre l'eau et les sédiments. Il convient de faire remarquer que le modèle décrit uniquement le comportement de la substance mère et non celui des produits de dégradation; ces derniers peuvent se comporter différemment.

Nous avons classé les pesticides en fonction de leur toxicité aiguë. Les valeurs moyennes obtenues pour chaque pesticide nous ont permis de déterminer que les cinq composés les plus toxiques pour les invertébrés aquatiques et les poissons sont (par ordre décroissant de toxicité): le terbufos, le fonofos, le chlorothalonil, le phorate et le chlorpyrifos. Parmi les 14 pesticides pour lesquels le modèle nous a fourni des données permettant d'en prédire la teneur dans l'environnement, les neuf insecticides étaient présents dans l'eau pendant au moins 20 jours en teneurs dépassant la plus faible TL_{50} enregistrée pour chaque composé. En particulier, les teneurs initiales de chlorpyrifos, de lindane et de terbufos dans l'eau dépassaient également les valeurs moyennes de TL_{50} pour diverses espèces étudiées.

Nous avons également calculé le danger à l'aide de l'élément de danger relatif du modèle de PERSISTANCE du CNRC. Cet élément combine les données sur le devenir du pesticide dans l'environnement et la plus faible valeur de TL_{50} enregistrée pour ce pesticide pour calculer un indice de danger relatif dans des scénarios d'exposition aiguë et chronique. Nous avons ainsi déterminé que le malathion, le carbaryl et le diazinon présentent le plus grand danger dans les deux scénarios, fort probablement à cause de l'extrême vulnérabilité de certaines espèces à une exposition aiguë à ces composés.

Nous avons tenté également de valider les résultats du modèle à l'aide des résultats publiés de certaines études effectuées sur le terrain. Nous discutons également des avantages et des limites des modèles de détermination du devenir des pesticides dans l'environnement pour évaluer les dangers qu'ils présentent pour l'environnement.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M. Wong
Division des objectifs de qualité des eaux
Direction de la qualité des eaux
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 953-3197

Triazines, triazoles, dérivés amidés, carbamates, organophosphates

7. PESTICIDES DANS LA BILE DE POISSONS CAPTURÉS DANS LA RIVIÈRE YAMASKA AU QUÉBEC

(R.J. Maguire et J.L. Metcalfe)

Introduction

Chez les poissons, les pesticides hydrophobes rémanents s'accumulent dans le foie, les reins et d'autres tissus adipeux. La bile, toutefois, peut accumuler les pesticides les plus hydrosolubles ainsi que leurs produits de conjugaison en teneurs très élevées. La bile de poisson pourrait donc se révéler un outil utile pour déterminer la contamination par les pesticides relativement solubles dans l'eau. L'excrétion biliaire est un mécanisme d'élimination, mais il est possible que les substances chimiques soient réabsorbées par la bile. Nous examinons présentement la bile et les principaux organes et tissus de 100 poissons provenant de différents tronçons de la rivière Yamaska, au Québec, pour déterminer la distribution de divers pesticides dans les organes. La rivière Yamaska est un site excellent pour ce genre d'étude, car plus du quart de tous les pesticides utilisés à des fins agricoles au Québec le sont dans ce bassin hydrographique relativement petit. Nous étudierons les pesticides chlorés ainsi que ceux appartenant aux catégories suivantes et dont on fait un très large emploi dans le bassin de la rivière Yamaska: les triazines et les triazoles, les dérivés amidés, les carbamates et les organophosphates. La catégorie des triazines-triazoles est au troisième rang des 45 catégories de pesticides qui doivent être étudiées en priorité en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires.*

Méthode

Trois cent quinze échantillons de tissus ont été extraits avec du dichlorométhane dans des conditions acides et basiques et 630 extraits ont été obtenus. Tous les échantillons ont été débarrassés des lipides et, après avoir été purifiés sur une colonne de gel de silice (2 à 4 fractions obtenues pour chacun des 630 échantillons), ils ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse avec un appareil équipé d'un détecteur à capture d'électrons et d'un détecteur spécifique à l'azote.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.J. Maguire
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4776

8. STRUCTURE DES POPULATIONS DE MACRO-INVERTÉBRÉS BENTHIQUES COMME INDICATEUR DE L'ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME DANS UN COURS D'EAU POLLUÉ PAR LES PESTICIDES

(J.L. Metcalfe et D.R. Barton)

Introduction

L'étude de la structure des populations de macro-invertébrés benthiques constitue l'une des techniques les plus précises d'évaluation biologique de la dégradation d'un écosystème riparien par suite de la pollution par des matières organiques et toxiques. Cette technique a été utilisée de façon sporadique au Canada, mais en Europe, une méthode normalisée mise au point récemment en Belgique est beaucoup utilisée et sert à prendre des décisions concernant la gestion des eaux de surface. Les détracteurs des techniques d'évaluation qui font appel aux macro-invertébrés mentionnent que le principal obstacle à l'utilisation pratique de ces techniques est le temps et l'expérience que requiert l'identification taxonomique. Toutefois, les conditions du milieu étant le résultat d'une intégration dans le temps, les techniques d'évaluation biologique ne demandent pas plus d'efforts que les techniques d'évaluation chimique lesquelles, étant donné le caractère instantané des mesures, sont sujettes à de grandes variations et exigent un grand nombre de mesures pour calculer un indice représentatif de la qualité de l'eau. Les progrès récents dans l'analyse de la structure des populations indiquent que l'identification de la "Famille" seulement, qui est plus pratique, peut donner une évaluation valide. La structure des populations d'organismes benthiques a le plus souvent servi à évaluer l'impact de la pollution organique en général. Toutefois, les invertébrés des cours d'eau peuvent avoir une réaction prévisible à certains polluants et donc nous renseigner à leur sujet. Dans ce cas, la structure des populations d'organismes benthiques pourrait servir à caractériser les rivières et les ruisseaux en fonction du type et du degré de pollution qu'on y retrouve et pourrait constituer un système de pré-alerte pour la détection de certains produits toxiques grâce à leurs effets spécifiques sur les organismes benthiques. Nous avons peu de données sur la réponse des écosystèmes ripariens aux pratiques agricoles. La présente étude conduite dans la rivière Yamaska, au Québec, est destinée à combler cette lacune. Cette rivière a été choisie du fait que 26 p. 100 des pesticides utilisés au Québec à des fins agricoles sont appliqués dans ce bassin hydrographique relativement peu étendu.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Décrire les populations de macro-invertébrés benthiques associées à divers types et degrés de pollution, incluant celle attribuable aux pesticides, aux rejets d'effluents municipaux et aux produits chimiques industriels.

2. Choisir les meilleures techniques d'échantillonnage en comparant les résultats obtenus avec trois méthodes différentes.

3. Déterminer si l'identification taxonomique de la Famille d'invertébrés permet une évaluation valide.

Méthode

Quatorze sites ont été choisis dans le bassin hydrographique de la rivière Yamaska dont cinq étaient pollués par des pesticides, six pollués à divers degrés par des polluants industriels (rejets de l'industrie textile surtout) et des effluents municipaux, et trois sites témoins. Au début de juillet et à la fin d'août 1987, des invertébrés indigènes habitant des seuils ont été prélevés en se servant d'un échantillonneur Surber, et des organismes fouisseurs ont été prélevés dans des fosses avec un échantillonneur à pelle. En outre, des échantillonneurs de substrat artificiel ont été fixés en juillet et enlevés après une période de colonisation de sept semaines. Ces échantillonneurs normalisent le type de substrat de façon à réduire la variabilité associée à ce facteur, et ils prélèvent les organismes à la dérive et les organismes résidents. Les échantillons biologiques ont été conservés sur place et un taxonomiste en a fait la numération et l'identification. Une étude conduite parallèlement avait pour but de caractériser les sites en fonction de la présence et de la teneur en pesticides et autres polluants.

Résultats et discussion

Divers invertébrés benthiques ont été prélevés à l'aide des trois techniques d'échantillonnage. Les échantillons prélevés avec l'échantillonneur Surber renfermaient le plus grand nombre d'espèces (107). Dans ceux recueillis avec l'échantillonneur de substrat artificiel, on en dénombrait 69, et on en trouvait 58 dans ceux prélevés avec l'échantillonneur à pelle. Dans ces derniers, des vers aquatiques polluorésistants (oligochètes) prédominaient dans les sites renfermant des métaux et ceux pollués par des effluents municipaux et industriels. Des vers et des coléoptères aquatiques (haliplidés) dominaient dans les sites agricoles. Il y avait une plus grande diversité d'espèces dans les échantillons provenant des sites témoins et ils renfermaient des éphémères (éphéméroptères), organismes plus vulnérables, et des coléoptères des seuils (elmidés) dans des proportions importantes. Dans les échantillons prélevés avec l'échantillonneur Surber, les larves de phrygane (trichoptère) dominaient partout, excepté dans les sites fortement pollués par des effluents municipaux et industriels où on retrouvait surtout des vers. Lorsque la pollution était moins accentuée, *Cheumatopsyche* (une larve de phrygane) et *Baetis* (un éphémère) dominaient. Les sites pollués par les activités agricoles abritaient en général des populations dominées par les isopodes, *Baetis*, *Cheumatopsyche* et *Hydropsyche sparna*, un autre trichoptère. Les populations dans les sites témoins présentaient une répartition égale des principaux groupes d'invertébrés avec des proportions élevées d'éphéméroptères vulnérables (autres que *Baetis*) et de coléoptères des seuils, ainsi qu'une variété de trichoptères et certaines espèces très

vulnérables de plécoptères. Les échantillonneurs de substrat artificiel ont permis de prélever une proportion élevée de phryganes, de coléoptères et surtout d'éphéméroptères. Les sites renfermant des métaux étaient dominés par *Cheumatopsyche* et par des vers, les sites recevant des effluents urbains, par l'éphémère *Stenacron interpunctatum* et des coléoptères aquatiques, et les sites agricoles, par des planaires, des coléoptères aquatiques ou des éphéméroptères du genre *Cloeon* surtout. Les échantillons prélevés dans les sites les plus pollués ne renfermaient pratiquement que des vers polluorésistants.

Dans les sites très pollués, les populations étaient constituées d'un petit nombre d'organismes polluorésistants qui pouvaient prospérer à cause de l'enrichissement du milieu et de la réduction des espèces concurrentes et prédatrices. Dans ces cas, les trois méthodes d'échantillonnage ont permis de recueillir les mêmes organismes et ont donné les mêmes résultats. Dans les sites un peu moins pollués, les organismes recueillis différaient avec chacune des méthodes. Plus la diversité était grande, plus les genres d'organismes recueillis variaient d'une méthode à l'autre. La technique utilisant un échantillonneur à pelle a donné les relations les plus claires et a permis de classer les sites en sites témoins, sites renfermant des métaux, sites agricoles et sites urbains et industriels en fonction des niveaux croissants de stress manifestement subi par le milieu.

Dans les sites les plus pollués, le niveau d'identification taxonomique n'a aucunement aidé à distinguer ces sites de tous les autres. Dans les sites moyennement pollués, qui comprenaient des bassins de drainage agricole, le niveau d'identification de l'Ordre et, dans la plupart des cas, celui de la Famille, n'a pas permis de distinguer les degrés de pollution; on a pu tout au plus diviser quatre des sites agricoles en deux paires, l'une plus polluée que l'autre. La Famille des coléoptères faisait exception; en effet, les coléoptères aquatiques caractérisaient les sites agricoles et de rejet d'effluents municipaux (mais non les sites de forts rejets industriels). En outre, les représentants de la Famille des trichoptères (phryganes) se sont révélés prometteurs comme bio-indicateurs, car ils étaient relativement abondants dans tous les sites. L'abondance relative de *Cheumatopsyche* et le nombre d'espèces d'*Hydropsyche*, lorsque ces deux facteurs étaient réunis, constituaient un bon indice de la qualité de l'eau. Les identifications génériques semblaient suffisantes pour la plupart des éphéméroptères, car les sites agricoles n'abritaient que *Baetis* ou *Cloeon* alors que dans les sites témoins on trouvait habituellement un nombre relativement grand de *Paraleptophlebia* et d'*Ephemerella*. Les *Stenonema* étaient souvent les éphémères les plus abondants dans les échantillons et les différentes espèces présentaient une tolérance variable à la qualité apparente de l'eau.

Les résultats obtenus représentent un pas important dans la définition des populations d'invertébrés benthiques associées aux différents types de polluants de l'environnement, y compris les pesticides utilisés en agriculture.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Janice L. Metcalfe
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4685

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ONTARIO

1. DÉFINITION DU RÔLE DE LA DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX (RÉGION DE L'ONTARIO) DANS LE PROGRAMME DES PESTICIDES DU SERVICE DE LA CONSERVATION ET DE LA PROTECTION

(J. Struger)

Introduction

La Direction de la qualité des eaux (région de l'Ontario) a reçu des fonds pour appliquer une partie du Plan d'action national d'Environnement Canada concernant les pesticides, dans le cadre duquel on devait recueillir certaines informations concernant la qualité de l'eau dont Agriculture Canada avait besoin dans sa réévaluation des pesticides homologués au Canada. Pour préciser quel genre d'information était nécessaire, nous avons décidé qu'il fallait en premier lieu:

1. Préciser l'information la plus pertinente sur la qualité de l'eau que la région de l'Ontario serait en mesure de fournir présentement pour aider à réaliser les objectifs globaux du Plan d'action national concernant les pesticides.

2. Suggérer des activités éventuelles de collecte de données sur la qualité de l'eau qui pourraient contribuer à fournir cette information.

Méthode

On a demandé à un expert de nous recommander des mesures qui pourraient être prises pour favoriser l'application du programme.

Résultats et discussion

Le rapport de l'expert nous est parvenu à la date prévue et certains travaux préliminaires ont été commencés avant la fin de l'exercice 1987-1988. Ces travaux consistaient à identifier, dans le cadre d'un petit contrat, quelques zones de terres humides qui seraient les plus susceptibles de faire l'objet d'une étude plus poussée dans le but d'évaluer l'impact de l'application des pesticides.

Trois des sept mesures possibles recommandées par l'expert ont été retenues:

1. Comparaison des teneurs en atrazine et en métolachlore présentes dans les eaux de ruissellement provenant de parcelles de terres gérées (travail conservateur de la terre) et non gérées (travail traditionnel de la terre) d'un petit bassin hydrographique en plein centre de la zone agricole du sud-ouest de l'Ontario.

2. Évaluation des teneurs en pesticides dans les pluies et mise au point d'une méthode d'échantillonnage validée.

3. Identification des dangers qui peuvent menacer les terres humides voisines de zones où l'on applique actuellement des pesticides.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D. Warry
Direction de la qualité des eaux
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4641

2. CHARGES DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES: TRANSPORT ATMOSPHÉRIQUE ET DÉPÔT DU TOXAPHÈNE DANS L'ÉCOSYSTÈME DES GRANDS LACS

(E.C. Voldner)

Introduction

Un grand nombre de substances chimiques toxiques sont transportées dans l'atmosphère vers des régions éloignées de leur point d'utilisation. Le toxaphène, utilisé principalement dans le sud des États-Unis, a été décelé dans l'air et dans les précipitations au-dessus de l'Atlantique Nord et dans le bassin hydrographique des Grands Lacs. On en a retrouvé dans les poissons et dans l'eau des Grands Lacs, ainsi que dans des tourbières à travers l'est du Canada. Il est difficile de quantifier l'apport atmosphérique de toxaphène et d'autres substances chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs bassins hydrographiques. Les estimations antérieures des charges atmosphériques sont généralement basées sur quelques mesures des teneurs dans l'air ambiant, les précipitations et l'eau des lacs, les premières ayant été mesurées dans le bassin hydrographique ou dans des régions éloignées. Ces mesures sont ensuite extrapolées en fonction du temps et de l'espace et les flux sont calculés par divers moyens. La charge de polluants atmosphériques, son importance relativement aux autres apports et ses sources importantes sont donc des facteurs à peu près inconnus et il est difficile de mettre au point des politiques et des stratégies efficaces de lutte contre ce type de pollution.

En collaboration avec Argonne National Laboratory, le Service de l'environnement atmosphérique a mis au point un modèle de transport à longue distance capable de simuler le transport, la dispersion et le dépôt de certains pesticides. Grâce à cet outil, nous avons déterminé la quantité de toxaphène (et d'autres substances chimiques toxiques et nutriants) qui se dépose dans l'écosystème des Grands Lacs et nous avons pu expliquer la présence de toxaphène au-dessus de l'Atlantique Nord. Nous avons effectué la simulation au cours de deux périodes (1976 et 1980) où le schéma d'utilisation était significativement différent. Les teneurs prévues dans l'air et les précipitations se comparent avantageusement aux mesures effectuées.

Objectif

Dans ce projet en cours, nous avons évalué les substances chimiques toxiques qui figurent déjà sur la liste des substances jugées d'intérêt prioritaire, ou qui semble-t-il devraient l'être, pour déterminer les sources virtuelles d'émission, l'importance du transport atmosphérique, de la transformation dans l'atmosphère et du dépôt dans l'écosystème des Grands Lacs.

Méthode

Pour simuler mathématiquement le dépôt atmosphérique du toxaphène dans les Grands Lacs et leurs bassins hydrographiques, il faut déterminer le cheminement atmosphérique du pesticide à partir de sa source jusqu'à son puits. Il faut donc déterminer quantitativement les émissions et simuler le transport, la diffusion, la transformation et les processus d'élimination dans l'atmosphère. Le modèle, d'approche lagrangienne, permet de prévoir les teneurs moyennes mensuelles, saisonnières ou pluriannuelles, ainsi que les quantités cumulatives de dépôts humides et secs sur des échelles spatiales d'environ 50 km jusqu'à la grandeur du continent. On part des trajectoires toutes les six heures à partir d'un point et on les suit pendant une période pouvant atteindre sept jours. On calcule la diffusion horizontale d'après le déplacement moyen des panaches (c.-à-d. grâce à la position moyenne et l'étendue d'un ensemble de trajectoires simulées en fonction de l'âge du panache pour chaque source virtuelle). On calcule la diffusion verticale par intégration numérique de l'équation de la diffusion standard. L'incorporation de neuf couches verticales permet une fuite lente des polluants dans la troposphère libre et permet de traiter les émissions provenant du sol ou de hautes cheminées. Nous transformons en paramètres les dépôts secs incluant les échanges de vapeur entre l'air et le sol (orientés vers le haut ou vers le bas) grâce à la vélocité des dépôts secs. On suppose que les vitesses de transformation physique ou chimique sont linéaires. Les vélocités des dépôts secs, les schémas de stabilité verticale et les vitesses de transformation varient pendant le jour et en fonction de la saison. On suppose que le lavage est fonction de l'intensité et de la durée de la pluie. On le calcule en utilisant une fonction de puissance des précipitations aux six heures.

Les données météorologiques requises pour le modèle de simulation ont été obtenues du Centre météorologique canadien (CMC). Les champs de vent continentaux, à des niveaux de 100 et 85 kPa, ont été obtenus avec une résolution temporelle de six heures et une grille de résolution spatiale de 127 x 127 km^2 à partir du modèle spectral du CMC. Des champs de précipitations de vingt-quatre heures analysés objectivement ont été obtenus deux fois par jour avec une grille de résolution de 127 x 127 km^2, puis répartis sur des intervalles de six heures.

Le modèle exige des données quantitatives sur l'émission ainsi que le moment et le lieu de l'émission. Comme pour la plupart des substances chimiques toxiques, on sait peu de choses des sources atmosphériques de toxaphène. Nous avons fait un inventaire à partir de l'information sur les schémas d'utilisation, les méthodes d'application et l'époque de l'année où le produit est appliqué, les prévisions à partir des modèles de pulvérisation, les études expérimentales sur la volatilisation, le temps de rémanence et le devenir de la substance dans le sol.

Résultats et discussion

L'analyse des trajectoires illustre clairement les possibilités d'exposition de l'écosystème des Grands Lacs aux polluants en provenance du sud des États-Unis. À partir des émissions prévues de toxaphène, le modèle a permis de prédire qu'en 1980 et 1976, environ 60 p. 100 des émissions de toxaphène sont retombées en Amérique du Nord. Le reste a quitté le continent principalement par la côte est. Les résultats publiés par d'autres chercheurs confirment le transport de ce polluant dans l'Atlantique Nord et le nord du Canada. Le dépôt total dans chacun des cinq Grands Lacs a été de l'ordre de 3 à 10 tonnes en 1980. Le lac Michigan a reçu les plus grandes quantités et le lac Ontario, les plus faibles. La teneur moyenne dans l'air au-dessus des lacs était inférieure à 1 ng/m^3 au début du printemps et de 1 à 2 ng/m^3 au cours de l'été.

Bien que les données sur les propriétés physiques et chimiques et sur les émissions du toxaphène soient fragmentaires et que les mesures sur la qualité de l'air et la chimie des précipitations en rapport avec le toxaphène soient peu nombreuses et très peu fiables, les prévisions du modèle concordent bien avec les mesures. Pour arriver à mieux estimer au moyen d'un modèle les dépôts de substances chimiques toxiques jugées d'intérêt prioritaire en général, et du toxaphène en particulier, dans les Grands Lacs, il est essentiel de faire un inventaire adéquat des émissions et d'améliorer les données sur les propriétés physiques et chimiques. Pour vérifier les prévisions d'un modèle, il faut disposer d'excellentes mesures de l'air, des précipitations et des propriétés chimiques de l'eau des lacs.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: E.C. Voldner
Service de l'environnement atmosphérique
4905 Dufferin Street
Downsview (Ontario)
M3H 5T4
(416) 739-4670

---

3. MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE LA TOXICITÉ, DU DEVENIR ET DES EFFETS DES PESTICIDES SUR LE BIOTE LOTIQUE

(K.E. Day, J.L. Metcalfe et S.P. Batchelor)

Introduction

La pollution des écosystèmes aquatiques, en particulier du milieu lotique, par des polluants provenant de sources non ponctuelles (p. ex., le ruissellement agricole) n'a pas fait l'objet d'études approfondies et on connaît peu de choses sur les conséquences écologiques d'une telle pollution. L'évaluation de l'exposition chronique du biote lotique à de très faibles teneurs en polluants (c.-à-d. les effets de teneurs sublétales) est particulièrement importante.

Objectif

La présente étude visait à mettre au point des méthodes pour évaluer la toxicité, le devenir et les effets des polluants provenant de sources non ponctuelles sur les invertébrés aquatiques en milieux riverains.

Méthode

Plusieurs aspects de nos travaux comportaient l'étude d'indicateurs biochimiques de stress chez les invertébrés lotiques, et la biodisponibilité des pesticides pour les invertébrés benthiques peuplant les écosystèmes lotiques.

Indicateurs biochimiques de stress chez les invertébrés lotiques

La mise au point d'indicateurs biochimiques (p. ex., modifications du taux enzymatique, charge énergétique de l'adénylate, etc.) pour déterminer les effets des polluants dans les écosystèmes aquatiques comporte deux objectifs:

a) aider à comprendre et à prédire les effets chroniques des substances toxiques sur la survie, la croissance et la reproduction des organismes aquatiques;

b) évaluer l'état de santé des organismes aquatiques *in situ*.

On pense que les invertébrés aquatiques doivent utiliser une plus grande quantité de leurs réserves d'énergie (c.-à-d. protéines, lipides et glucides) pour répondre à la demande accrue d'énergie causée par l'exposition aux polluants. On a proposé de mesurer les changements de teneurs en acides aminés libres chez les invertébrés comme méthode pour déceler les effets sublétaux d'une telle exposition.

Dans la présente étude, des moules (*Elliptio complanata*) ont été placées dans des cages à plusieurs endroits dans le bassin hydrographique de la rivière Yamaska (Québec), au cours de l'été 1987, près de sources de ruissellement agricole ainsi que dans des endroits témoins (c.-à-d. en amont des sources de pollution). Les moules ont été retirées après environ 30 et 50 jours d'exposition, congelées et envoyées au laboratoire pour dosage des acides aminés libres dans le manteau, les branchies, le muscle adducteur et les viscères.

Biodisponibilité des pesticides pour les invertébrés benthiques dans les écosystèmes lotiques

Les milieux riverains renferment des détritus provenant de sources allochtones et autochtones ainsi que des matières organiques dissoutes et colloïdales qui peuvent adsorber des polluants lipophiliques. Les invertébrés lotiques ingèrent, assimilent et excrètent des matières organiques particulaires et constituent donc un maillon important de la chaîne alimentaire aquatique en recyclant les oligo-éléments. On ne sait cependant presque rien au sujet des taux et des voies d'accumulation et de libération des polluants par ces organismes ainsi que sur la biodisponibilité des polluants adsorbés sur les aliments et les sédiments en suspension. Des études de laboratoire ont été effectuées en 1987 et 1988 sur la toxicité, l'absorption et l'excrétion de plusieurs pyréthrinoïdes synthétiques marquées au C^{14} chez deux espèces de phryganes (trichoptères).

Résultats et discussion

Indicateurs biochimiques de stress chez les invertébrés lotiques

Dans une étude préliminaire, nous avons observé après 30 jours d'exposition une augmentation des acides aminés libres totaux chez les animaux placés à divers endroits comparativement aux animaux d'un site témoin. Onze acides aminés ont été décelés chez les moules. La sérine, la thréonine, la glycine, la valine, la proline et l'alanine étaient en teneurs particulièrement élevées. La glycine et l'alanine représentaient régulièrement une proportion significative de l'augmentation totale des acides aminés libres.

Biodisponibilité des pesticides pour les invertébrés benthiques

La TL_{50}-48 h du fenvalérate était de 0,662 µg/l pour *Chimarra* sp. (pilopotamidés) et de 1,901 µg/l pour *Hydropsyche* sp. La TL_{50} de deux autres pyréthrinoïdes (cyhalothrine et deltaméthrine) était de 0,257 et de 0,104 µg/l respectivement pour *Hydropsyche* sp. On a observé que les matières organiques dissoutes sous forme d'acide humique d'Aldrich influençaient l'absorption de fenvalérate par *Chimarra* sp. Par exemple, les organismes témoins accumulaient 6,71 (écart type de 2,821) ng/g de fenvalérate dans l'eau filtrée et 2,312 (écart type de 0,392) ng/g de fenvalérate dans l'eau filtrée renfermant 25 mg/l d'acide humique.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Kristin Day
Direction de la recherche sur les cours d'eau
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4659

---

4. BIOCONCENTRATION ET BIODÉGRADATION DU TRIBUTYLÉTAIN

(Y.K. Chau*, P.T.S. Wong**, D. Liu* et Tian Shizhong***)

Introduction

Le tributylétain (TBÉ) est surtout utilisé dans les peintures antisalissures pour les bateaux, les navires et les quais, comme agent de préservation du bois et comme produit antimoisissures dans les tours de refroidissement. L'utilisation du tributylétain est réglementée au Canada, mais Pêches et Océans Canada de même qu'Environnement Canada ont signalé des travaux récents qui mentionnent la présence de dérivés de butylétain dans des poissons élevés dans des enclos marins en Colombie-Britannique. On a également signalé des effets toxiques du tributylétain chez les huîtres en France et au Canada.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer la bioconcentration du tributylétain chez des moules en cage placées dans des régions portuaires polluées et chez des moules en cage exposées en laboratoire à des sédiments pollués.

2. Étudier la biodégradation du tributylétain dans des modèles de simulation fluviale.

Méthode

Les expériences en milieu réel ont été effectuées dans les ports de Whitby et d'Oshawa. Pour les études de biodégradation en laboratoire, on s'est servi de fermenteurs à cyclone; les essais ont été conduits dans des conditions aérobies et anaérobies et à différentes teneurs en éléments nutritifs. Nous avons utilisé la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie d'absorption atomique pour établir l'identité des dérivés de butylétain dans les sédiments et les moules.

Résultats et discussion

La biodégradation du tributylétain en laboratoire à l'aide d'un inoculum de boues activées dans un fermenteur à cyclone faisait suite à une séquence de désalkylation donnant naissance à Bu_2Sn^{2+}, $BuSn^{3+}$ et Sn(IV). Dans des conditions anaérobies, la dégradation est plus complète comme l'indique la présence de quantités importantes de Sn(IV) dans la solution du fermenteur comparativement à des traces dans des conditions aérobies. Au cours de l'expérience qui a duré 26 jours, on a observé une demi-vie de trois jours en anaérobiose et de cinq jours en aérobiose pour la dégradation du TBÉ. Les vitesses de dégradation initiales étaient de 17 p. 100 par jour en anaérobiose et de 10 p. 100 par jour en aérobiose, au cours des cinq premiers jours, et ont atteint environ 1,2 p. 100 par jour dans les deux cas à partir du dixième jour. Nous étudierons la biodégradation du TBÉ dans un canal rotatif pour simuler les conditions d'écoulement dans un cours d'eau.

Les expériences de bioconcentration en laboratoire et dans des sites portuaires se poursuivent.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Y.K. Chau
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4814

* Institut national de recherche sur les eaux (INRE).

** Laboratoires des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques.

*** Chercheur invité de Chine.

5. ASSURANCE DE LA QUALITÉ LORS DU DOSAGE DES PESTICIDES

(A.S.Y. Chau et Y. Stokker)

Introduction

Ce programme coordonne les activités ayant trait aux analyses dans le milieu aquatique pour le Comité fédéral interministériel sur les pesticides (CFIP).

Résultats et discussion

Des études d'assurance et de contrôle de la qualité ont été effectuées sur les s-triazines, les chlorophénols et les insecticides chlorés dans les eaux naturelles. Les résultats se sont révélés satisfaisants dans le cas des triazines, mais moins dans le cas des chlorophénols; l'étude sur les insecticides chlorés est en cours. Une étude de contrôle de la qualité sur le dosage de l'aldicarbe et de ses métabolites toxiques, l'aldicarbe sulfoxyde et l'aldicarbe sulfone, a révélé une bonne concordance entre les laboratoires qui utilisaient la chromatographie liquide haute performance (HPLC), mais une mauvaise concordance entre les laboratoires qui utilisaient la chromatographie en phase gazeuse. Une étude est en cours sur l'atrazine et les herbicides neutres dans les sédiments. Voici les méthodes qui ont été récemment mises au point et présentées au Laboratoire national de la qualité de l'eau pour être incluses dans le *Manuel des méthodes d'analyse* de la Direction des eaux intérieures:

- Analyse du dinosèbe dans l'eau par acétylation *in situ*.
- Nitrophénols dans l'eau.
- Nitrophénols dans les sédiments.
- Herbicides acides et neutres dans l'eau.
- Herbicides acides et neutres dans les sédiments.
- Chlorophénols dans les sédiments.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: A.S.Y. Chau
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
(416) 336-4653

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'OUEST ET DU NORD

(Manitoba, Saskatchewan, Alberta et Territoires du Nord-Ouest)

1. ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DE LA DISTRIBUTION RÉGIONALE DANS L'ATMOSPHÈRE DE LA PHASE VAPEUR DES PESTICIDES COURAMMENT UTILISÉS DANS L'OUEST DU CANADA

(S.R. Shewchuk et K. Wallace)

Introduction

Chaque année, on applique des quantités importantes de pesticides sur des terres agricoles dans l'ouest du Canada, dont près de 17×10^6 kg d'herbicides. On sait que des résidus de pesticides se retrouvent dans l'atmosphère adsorbés aux particules de poussière et par suite de leur volatilisation du sol et de l'eau. Une fois dans l'atmosphère, les pesticides peuvent se déplacer sur de grandes distances et peuvent également former un constituant indésirable dans la masse d'air locale.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer si les vapeurs des pesticides couramment utilisés, dont les herbicides, les insecticides et les fongicides, peuvent être détectées dans la masse d'air au-dessus d'une région agricole de l'Ouest canadien.

2. Comparer, le cas échéant, les valeurs obtenues avec les niveaux naturels dans un site éloigné des activités de pulvérisation des pesticides.

Méthode

Deux stations de prélèvement de l'air ont été établies en Saskatchewan pour les fins de cette étude, soit une près de Rock Point (dans la région agricole au sud-ouest de Saskatoon) et l'autre à Cree Lake (une station météorologique nordique éloignée). L'équipement utilisé, un échantillonneur PS-1 PUF (mousse de polyuréthane), est homologué par l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis pour l'échantillonnage des pesticides. L'air est aspiré à travers des filtres renfermant de la mousse de polyuréthane et des résines. Les prélèvements ont été faits entre 13 et 14 h chaque jour au cours des mois de juin à octobre 1987. Des échantillons mensuels provenant de chaque site ont été soigneusement analysés en faisant appel à une série de méthodes comprenant l'extraction par solvant, la concentration, la chromatographie en phase gazeuse et l'analyse par spectrométrie de masse. L'analyse avait pour but de vérifier la présence de onze pesticides.

Résultats et discussion

À l'aide des méthodes et des instruments utilisés, aucun pesticide n'a été retrouvé dans l'un et l'autre des sites en teneurs supérieures au seuil de détection du système. Ce seuil de détection varie de 0,05 à 2 µg par échantillon selon la substance dosée. Il est difficile de généraliser à partir de ces résultats négatifs. Il est évident que le pouvoir de dispersion de l'atmosphère, surtout sous la chaleur régnant au milieu de la journée, est suffisant pour réduire les teneurs ambiantes en vapeurs de pesticides en deçà des seuils de détection des systèmes d'échantillonnage courants fonctionnant pendant des mois à raison d'une heure par jour. Dans le rapport du projet, on recommande que les études futures portent sur le transport atmosphérique des pesticides adsorbés aux poussières, que l'on continue d'étudier et d'élucider les voies du transport atmosphérique des pesticides autour des sites d'application et que l'on continue de modifier et d'améliorer les instruments d'échantillonnage et les méthodes servant à surveiller les pesticides utilisés dans l'ouest du Canada.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.G. Schaefer
Division des services scientifiques
Service de l'environnement atmosphérique
Pièce 1000, 266, avenue Graham
Winnipeg (Manitoba)
R3C 3V4
(204) 983-4379

2. ÉTUDE DES HERBICIDES DANS LE RÉSERVOIR DE STEPHENFIELD

(D. Brown*, V. Chacko**, W. Tibbatts*** et S. Therrien-Richards***)

Introduction

Nous avons effectué une étude préliminaire pour vérifier la présence d'herbicides dans un petit réservoir servant à des fins multiples dans le centre-sud du Manitoba, et pour déterminer si les deux principaux affluents du réservoir constituent une source significative de transport.

Des échantillons d'eau ont été prélevés et le Laboratoire national de la qualité de l'eau, à Burlington (Ontario), a procédé au dosage des herbicides à radical phénoxy (MCPA, MCPB, 2,4-D, 2,4-DB, dichlorprop (2,4-DP), 2,4,5-T, silvex, pichlorame, dicamba, 2,3,6-TBA) et des herbicides neutres (trifluraline, triallate, diclofop-méthyl, atrazine, diallate, barbane, endaven).

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer si les herbicides appliqués en automne sont transportés dans le réservoir par ses tributaires.

2. Déterminer le rapport qui peut exister entre les fortes précipitations et la migration des herbicides appliqués en automne dans les tributaires du réservoir.

Méthode

Le lac Stephenfield constitue un réservoir servant à des fins multiples. Il draine environ 900 km^2 de terres en grande partie agricoles où l'on retrouve des cultures variées comme les céréales, le maïs, les légumineuses et des pâturages.

Le lac compte deux principaux affluents: le ruisseau Roseisle, qui draine le tiers sud du bassin et la rivière Boyne, l'affluent le plus important, qui draine le nord et l'ouest du lac Stephenfield. Des échantillons ont été prélevés hebdomadairement dans chaque affluent du 17 septembre au 29 octobre 1987. Des échantillons ont été prélevés une fois par semaine pendant quatre semaines au cours de la période de l'étude, en trois points du réservoir proprement dit. Deux échantillons ont été prélevés dans la partie principale du réservoir et un échantillon, dans la rivière Boyne vers laquelle l'eau retenue par le barrage reflue.

À la suite d'une forte pluie, on a prélevé des échantillons d'eau à l'embouchure de la rivière Boyne toutes les deux heures pendant 36 heures. Quatre échantillons ont d'autre part été prélevés aux neuf heures dans le ruisseau Roseisle.

Au printemps, on a à nouveau prélevé de l'eau dans le réservoir, juste avant la rupture des glaces, pour déterminer la teneur en herbicides pendant l'hiver. Dès le début de la fonte des neiges au printemps, nous avons prélevé des échantillons dans le ruisseau Roseisle et la rivière Boyne tous les deux ou trois jours pendant trois semaines pour vérifier si l'eau charriait des pesticides appliqués en automne.

Résultats et discussion

Les résultats du printemps ne sont pas encore prêts. La discussion suivante s'applique uniquement aux échantillons prélevés en automne.

Nous n'avons décelé aucun herbicide neutre dans les deux affluents, mais on a retrouvé de l'atrazine dans six des huit échantillons prélevés dans la partie principale du réservoir (0,2 à 0,4 µg/l). Le 2,4-D a été décelé dans 13 des 40 échantillons, dont huit prélevés dans les affluents (0,03 à 0,10 µg/l) et cinq dans le réservoir (0,05 à 0,97 µg/l). Nous avons décelé des traces de 2,4,5-T dans un échantillon prélevé dans la rivière Boyne et des traces de pichlorame, dans un échantillon prélevé dans le ruisseau Roseisle.

Sept des huit échantillons prélevés dans les affluents et qui contenaient du 2,4-D avaient été recueillis pendant la période intensive d'échantillonnage à la suite de fortes pluies. Tous les échantillons prélevés dans la rivière Boyne durant les dix premières heures renfermaient du 2,4-D en teneurs mesurables. Les trois premiers échantillons prélevés dans le ruisseau Roseisle après les fortes pluies renfermaient également du 2,4-D en teneurs décroissantes. Le quatrième échantillon, tout comme les échantillons prélevés hebdomadairement à cet endroit, ne contenait aucune trace de 2,4-D.

---

* Ministère de l'Environnement, de la Sécurité et de l'Hygiène du travail du Manitoba (Winnipeg).

** Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures (Winnipeg).

*** Protection de l'environnement (Winnipeg).

Conclusions

Nous avons observé de façon sporadique un faible niveau de pollution par du 2,4-D dans le réservoir. Nous avons observé plus régulièrement la présence d'atrazine, herbicide persistant utilisé dans la culture du maïs. Il est peu probable que le ruissellement automnal soit seul responsable du transport de ces polluants, car l'atrazine n'a été décelée dans aucun des échantillons prélevés dans les cours d'eau. On a régulièrement retrouvé du 2,4-D dans les eaux de ruissellement prélevées après une forte pluie, mais aucune pollution correspondante du réservoir n'en est résultée.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Wendy Tibbatts, Agent des substances toxiques
Protection de l'environnement
District du Manitoba
5e étage, 269 Main Street
Winnipeg (Manitoba)
R3C 1B2
(204) 983-7788

---

3. AMÉLIORATION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU AU MANITOBA

(H. Vaughan)

Introduction

Au Manitoba, le programme de surveillance régulier de la Direction de la qualité des eaux consiste principalement à doser diverses substances dans des échantillons d'eau. Étant donné qu'il y a concentration de nombreux produits chimiques toxiques, y compris des pesticides, dans les sédiments, les poissons et les macrophytes, nous avons décidé d'ajouter le dosage de ces substrats à la liste des paramètres évalués dans un certain nombre de sites du réseau de surveillance manitobain. Nous pensons que nous serons ainsi mieux à même de déterminer la présence de pesticides et d'évaluer l'état du milieu aquatique.

Méthode

Nous avons recueilli de grands volumes (40 l) d'eau et des échantillons de sédiments en suspension au printemps et à l'automne 1987 à trois sites du réseau de surveillance. L'échantillon d'eau a été soumis à une extraction sur le terrain à l'aide d'un extracteur à flot continu. Nous avons recueilli des sédiments benthiques, des poissons et des macrophytes à l'automne, et procédé au dosage de divers pesticides au Laboratoire national de la qualité de l'eau, à Burlington (Ontario). En outre, des évaluations de la toxicité ont été effectuées sur des extraits de sédiments et d'eau à l'aide de nématodes et de plusieurs méthodes de dosage microbiologique.

Résultats

Nous avons trouvé un certain nombre d'insecticides organochlorés et d'herbicides neutres dans les extraits des échantillons d'eau de 40 l, notamment l'aldrine, l'endrine, l'alpha-chlordane, le lindane, l'heptachlore époxyde, le triallate, la trifluraline et l'atrazine. Aucun de ces composés n'a été retrouvé dans les échantillons d'eau réguliers prélevés en même temps. Nous avons décelé peu d'insecticides organochlorés dans les poissons, les macrophytes et les sédiments; nous avons retrouvé des dérivés de DDT dans les poissons et de l'endosulfan dans un échantillon de sédiments en suspension.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: H. Vaughan
Direction de la qualité des eaux
1901 Victoria Avenue
Regina (Saskatchewan)
S4P 3R4
(306) 780-6423

Triallate, trifluraline, diclofop-méthyl, atrazine, 2,4-D, diallate, ethbendichlorprop (benzoylprop-éthyl)

4. MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE ET ADAPTATION AU PROGRAMME DES PESTICIDES DE LA DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX

(J.G. Zakrevsky)

Introduction

Pour maintenir son leadership sur le plan technique et pour améliorer l'efficacité du programme de contrôle et d'évaluation des pesticides, la Direction de la qualité des eaux évalue continuellement d'autres méthodes de contrôle des pesticides. Ceci peut conduire à adapter ou adopter de nouvelles techniques, à entreprendre ou encourager des recherches orientées, à vérifier de nouvelles technologies dans un contexte opérationnel. En 1987, trois initiatives semblables ont été poursuivies ou entreprises.

Extraction sur le terrain d'échantillons d'eau

Nous avons poursuivi l'étude de l'extracteur Goulden à flot continu en 1987. Nous avons utilisé l'extracteur pour doser les herbicides neutres et les herbicides acides dans des échantillons d'eau de 40 l et cet appareil s'est avéré utilisable. D'autres travaux devront être faits pour déterminer les coefficients de partage nécessaires à l'obtention de résultats plus quantitatifs. L'extracteur nous a permis d'identifier certains herbicides en faibles teneurs dont le triallate, la trifluraline, le diclofop-méthyl, l'atrazine, le 2,4-D, le diallate et l'ethbendichlorprop.

Évaluation des méthodes de réunion d'échantillons prélevés pour le dosage des pesticides

Dans le but de réduire les coûts élevés de dosage mensuel des pesticides, nous avons commencé à appliquer en 1987 un programme destiné à vérifier s'il serait possible de réunir les extraits d'échantillons mensuels. Deux échantillons prélevés en parallèle ont été extraits dans le laboratoire régional de Saskatoon et les extraits ont été stockés et réunis au cours de l'hiver, puis dosés. Les premiers résultats indiquent que cette approche est valable et que la perte de données est minime. Les travaux se poursuivent et comprennent d'autres essais de réunion d'échantillons et l'évaluation de la stabilité des extraits.

Analyses polyvalentes

Le programme des pesticides de la Direction de la qualité des eaux porte habituellement sur le dosage de composés cibles, et une grande partie de l'information générée par le dosage est perdue. Les chromatogrammes ne sont examinés que pour déterminer la teneur en composés cibles alors qu'ils pourraient nous fournir de nombreuses autres données. On s'intéresse donc de très près à l'étude plus poussée de ces chromatogrammes afin d'évaluer leur complexité relative ou faire des comparaisons simples entre plusieurs échantillons. Autrement dit, on procéderait à des analyses polyvalentes. En 1987, nous avons discuté de diverses techniques d'étude des chromatogrammes visant à récupérer les données perdues et nous avons amorcé une étude de faisabilité de deux ans. Celle-ci servira à évaluer l'utilité des analyses polyvalentes et à identifier d'autres domaines de recherche pure et appliquée nécessaires pour améliorer ce type de programme de surveillance.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: J.G. Zakrevsky
Direction de la qualité des eaux
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5389

Lindane, alpha-BHC, 2,4-D, MCPA, MCPB, atrazine, pichlorame, silvex

5. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DANS LES EAUX RELEVANT DE PLUSIEURS JURIDICTIONS
(H. Vaughan)

Introduction

Dans le cadre des responsabilités du gouvernement fédéral concernant les eaux internationales et interprovinciales, la Direction de la qualité des eaux effectue des évaluations et des contrôles de la qualité de l'eau des cours d'eau qui traversent la région de l'Ouest et du Nord. La plupart de ces contrôles sont effectués à la demande de divers conseils et comités dont la Régie des eaux des provinces des Prairies, le Conseil international de lutte contre la pollution de la rivière Rouge et le East Poplar River Bilateral Committee. Dans le cadre de ce programme, des échantillons sont prélevés à plusieurs endroits en vue du dosage des pesticides.

Méthode

Des échantillons d'eau d'un litre sont prélevés au milieu et à la verticale dans un cours d'eau. Dans la plupart des cas, les prélèvements se font mensuellement; toutefois, le dosage de certains pesticides ne se fait que dans les échantillons prélevés au cours de la saison des eaux libres. Les échantillons sont envoyés au Laboratoire national de la qualité des eaux, à Burlington. On procède au dosage de 25 composés cibles appartenant à deux groupes d'herbicides et à un groupe d'insecticides organochlorés.

Résultats

En 1987, environ 300 échantillons ont été prélevés dans 26 sites à travers les régions pour le dosage des pesticides. Les résultats montrent que le lindane, l'alpha-BHC et le 2,4-D se retrouvent dans un nombre significatif d'échantillons (25 p. 100, 60 p. 100 et 35 p. 100 respectivement). La teneur en lindane et en alpha-BHC variait de 0,001 à 0,007 µg/l et celle en 2,4-D, de 0,03 à 0,33 µg/l. Cinq insecticides, soit le MCPA, le MCPB, l'atrazine, le pichlorame et le silvex, ont été retrouvés dans les échantillons d'eau, mais à une fréquence beaucoup moindre (< 3 p. 100). L'atrazine était la substance présente à la plus forte teneur (0,5 µg/l).

On recueille des données pour ce programme de contrôle depuis 1970 et la cueillette se poursuivra au cours du prochain exercice. Les résultats sont conservés dans une base de données nationale à Ottawa (NAQUADAT) et peuvent être obtenus sur demande.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: H. Vaughan
Direction de la qualité des eaux
1901 Victoria Avenue
Regina (Saskatchewan)
S4P 3R4
(306) 780-6423

Triallate, trifluraline, atrazine, 2,4-D

6. ÉTUDE DES PESTICIDES DANS LES SOURCES D'EAU POTABLE EN SASKATCHEWAN

(D.J. Munro)

Introduction

En collaboration avec le ministère de l'Environnement de la Saskatchewan, la Sécurité publique de la Saskatchewan et Agriculture Canada, la Direction de la qualité des eaux a participé à une étude sur les sources municipales d'eau potable en Saskatchewan. L'étude, qui s'est déroulée à l'automne 1987, faisait suite à un programme de surveillance d'Agriculture Canada relié à la réévaluation des pesticides. La Direction de la qualité des eaux a procédé au dosage d'autres herbicides que ceux analysés par Agriculture Canada et effectué des contrôles de la qualité des analyses faites par Agriculture Canada en analysant des sous-échantillons prélevés à des endroits précis.

Méthode

Le personnel des trois organismes participants a prélevé des échantillons d'eau potable non traitée à la fin de l'automne dans 43 localités réparties dans la zone rurale de la Saskatchewan. Onze des localités tirent leur eau de puits souterrains peu profonds et les autres s'approvisionnent en eau de surface tirée de réservoirs, de lacs et de marécages. Les échantillons ont été analysés par le laboratoire d'Agriculture Canada, à Ottawa, et par le laboratoire de la Direction de la qualité des eaux, à Burlington. Agriculture Canada a fait le dosage de huit pesticides dans les échantillons prélevés dans les 43 localités alors que la Direction de la qualité des eaux dosait sept herbicides neutres. Le laboratoire de Burlington a de plus dosé les herbicides acides à radical phénoxy dans les échantillons prélevés dans cinq localités afin de comparer les résultats à ceux obtenus par Agriculture Canada. Des échantillons d'eau de 40 l ont également été prélevés à trois endroits et on a procédé à l'extraction dans le laboratoire installé sur place avant de faire le dosage des herbicides neutres.

Résultats

Nous n'avons pas décelé les herbicides recherchés dans la majorité des échantillons. Toutefois, nous avons observé dans au moins un échantillon la présence de triallate, de trifluraline, d'atrazine et de 2,4-D en faibles teneurs. Tous les échantillons dans lesquels des herbicides ont été décelés ont été dosés par la Direction de la qualité des eaux et les teneurs mesurées étaient en deçà du seuil de détection (0,5 µg/l) signalé par Agriculture Canada. Aucun herbicide n'a été décelé dans les échantillons d'eau souterraine. Les résultats indiquent que les herbicides mesurés ne semblent présenter aucun problème majeur dans les sources d'eau potable des localités où les échantillons ont été prélevés. Il est bon toutefois de souligner que l'étude n'a pas coïncidé avec la période d'application de la plupart des substances dosées. Elle pourrait donc donner une fausse impression de sécurité concernant les sources d'eau potable dans la zone rurale de la Saskatchewan.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.J. Munro
Direction de la qualité des eaux
1901 Victoria Avenue
Regina (Saskatchewan)
S4P 3R4
(306) 780-5321

7. ÉTUDE DES PESTICIDES DANS L'EAU SOUTERRAINE À OUTLOOK, SASKATCHEWAN

(D. McNaughton, R. Grover et W. Nicholaichuk)

Introduction

Cette étude, commencée en 1987, porte sur la présence de pesticides dans l'eau souterraine à trois endroits irrigués dans la région de Outlook. Cette étude est effectuée en même temps qu'une étude conduite sous la direction de la Division des eaux de surface de l'Institut national de recherche en hydrologie, qui elle vise à déterminer la présence de pesticides dans l'eau de surface et à faire le bilan des substances nutritives.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer si l'on peut déceler des résidus de pesticides dans l'eau souterraine, là où des pesticides (herbicides et insecticides) sont régulièrement appliqués.

2. Déterminer la nature des processus qui sont à l'origine de la migration des pesticides dans le sol.

Méthode

Dans cette étude de reconnaissance, nous avons prélevé des échantillons d'eau d'un certain nombre de puits d'observation et nous les avons envoyés à un laboratoire pour dosage des pesticides. Nous avons prélevé les échantillons dans les puits d'observation de façon à réduire le risque de contamination des échantillons. Comme les teneurs en pesticides généralement retrouvées dans l'eau souterraine sont extrêmement faibles (habituellement inférieures à une partie par milliard), les méthodes d'échantillonnage sont donc très importantes.

Résultats et discussion

Depuis le début de cette étude en 1987, nous avons détecté de très faibles teneurs en dicamba et MCPA (Dyvel), en diclofop-méthyl (Hoe Grass), en triallate (Avadex BW) et en trifluraline (Treflan) dans l'eau prélevée sous les trois sites d'étude. Nous ne savons pas encore exactement à quel point les résultats sont significatifs, car les teneurs observées sont extrêmement faibles et nous ne pouvons pas expliquer pourquoi un type de pesticide se retrouve dans un puits d'observation à un moment donné et qu'à un autre moment, il n'en reste pas trace.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

D. McNaughton
Institut national de recherche en hydrologie
Environnement Canada
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5735

R. Grover
Agriculture Canada
Station de recherche de Regina
5000 Wascana Parkway
Regina (Saskatchewan)
S4P 3A2
(306) 780-7400

G. Grove
Institut national de recherche en hydrologie
Environnement Canada
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5741

8. EFFETS DE LA DELTAMÉTHRINE SUR LES INVERTÉBRÉS ET LES CANETONS MALARDS DANS LES ÉTANGS DES PRAIRIES

(B.R. Neal*)

Introduction

La deltaméthrine, un insecticide de la classe des pyréthrinoïdes synthétiques, est très toxique pour de nombreux invertébrés aquatiques qui sont importants pour la croissance et la survie des canetons. Lorsqu'on pulvérise de la deltaméthrine par aéronef, la probabilité est forte qu'il s'en dépose directement ou par dérive dans les étangs des Prairies, car il est presque impossible d'éviter les étangs disséminés au milieu des terres agricoles. Les ressources alimentaires des jeunes canetons pourraient donc fortement diminuer dans les étangs pollués par la deltaméthrine.

Objectifs

Ce projet comportait deux objectifs:

1. Déterminer les effets de la deltaméthrine sur les invertébrés dans les étangs des Prairies.

2. Comparer la croissance et la survie des canetons malards vivant dans des étangs traités et non traités.

Méthode

La deltaméthrine a été appliquée par aéronef, le 17 juin 1987, sur deux étangs, à raison de 7,5 grammes de matière active par hectare, dose prévue pour la lutte contre les sauterelles, les altises et la plutelle (fausse-teigne des crucifères). Deux étangs non traités servaient de témoins. Des canetons ont été gardés dans les quatre étangs dans des enclos où ils pouvaient se nourrir d'invertébrés, et nous avons surveillé leur croissance et le taux de survie. Nous avons prélevé des échantillons d'invertébrés dans les quatre étangs au moyen de pièges d'émergence et de carottes du milieu benthique deux semaines avant la pulvérisation, puis une fois par semaine jusqu'en septembre. Des échantillons d'eau prélevés durant les 12 jours suivant la pulvérisation ont été analysés par Derek Muir de Pêches et Océans Canada, à Winnipeg.

Résultats et discussion

Dans les deux étangs traités, la densité des populations de larves de chironomidés a respectivement diminué d'environ 50 et 90 p. 100 au cours des six premiers jours qui ont suivi le traitement, alors qu'elle est restée stable ou a augmenté dans les deux étangs témoins. Il semblerait que dans les quatre étangs les populations d'invertébrés étaient au départ insuffisantes pour assurer la survie des canetons maintenus en enclos puisqu'ils étaient déjà presque morts avant la pulvérisation du pesticide. Le petit nombre de survivants nous a empêché de comparer les sujets gardés dans les étangs traités avec ceux gardés dans les étangs témoins. Ces résultats diffèrent de ceux d'études effectuées en 1986 où la pulvérisation du pesticide a entraîné une diminution des populations d'invertébrés, qui s'est traduite par des taux de croissance et de survie plus faibles des canetons dans les étangs traités que dans les étangs témoins.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.J. Forsyth
Service canadien de la faune
115 Perimeter Road
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X4
(306) 975-5065

* Université de la Saskatchewan.

9. ÉVALUATION DES EFFETS DE L'UTILISATION DES PESTICIDES DANS LES RÉGIONS AGRICOLES DES PRAIRIES SUR LA CHOUETTE DES TERRIERS, UNE ESPÈCE MENACÉE

(P.C. James (contractant)*, G.A. Fox et P. Mineau**)

Introduction

Le Comité sur le statut des espèces menacées d'extinction au Canada a classé la chouette des terriers dans la catégorie des espèces menacées au Canada. Sa répartition limitée et son mode de vie particulier la rend vulnérable aux insecticides utilisés pour lutter contre les sauterelles. En 1986 et 1987, le Service canadien de la faune a commandé des études sur le terrain pour étudier si la pulvérisation d'insecticides pour exterminer les sauterelles en Saskatchewan nuisait à cette espèce.

L'étude de 1986 portant sur 99 nids situés dans 30 endroits près de Regina et de Val-Marie a indiqué que 76 p. 100 ont été exposés à une ou plusieurs pulvérisations, huit dans certains cas. Au total, six insecticides ont été appliqués à moins de 400 m d'un ou de plusieurs terriers-nids. Le carbofurane (Furadan) et le carbaryl (Sevin) représentaient chacun 35 p. 100 des applications. Le carbofurane pulvérisé au-dessus des terriers-nids a eu un effet significatif sur les taux de survie et de reproduction des oiseaux, mais non le carbaryl. Les effets sur le taux de reproduction diminuaient à mesure que la distance entre le nid et le lieu d'application du pesticide augmentait. Le petit échantillonnage et le protocole établi après coup en fonction du traitement appliqué ont réduit de beaucoup la possibilité de déceler des effets. Ces résultats indiquent donc qu'il y a un problème grave.

Objectifs

Nous avons entrepris cette étude pour:

1. Tenter d'élucider la nature et le mécanisme de cet effet apparent chez un échantillonnage beaucoup plus important.
2. Identifier d'autres pratiques agricoles qui pourraient être nocives pour cette espèce.

Méthode

En 1987, nous avons mesuré l'activité reproductrice de couples de chouettes des terriers près de Regina et de Moose Jaw. Nous avons déterminé le taux de reproduction et le nombre maximum de petits observés au-dessus du sol dans les terriers. Les petits ont été piégés, pesés et marqués. Nous avons obtenu des fermiers et des municipalités les données sur l'application antérieure de pesticides. Nous avons recueilli des ingluvies (boulettes d'aliments régurgités) près des terriers et nous avons identifié les restes de nourriture qu'elles renfermaient. Nous avons également examiné la documentation pour déterminer les habitudes alimentaires de cette espèce en Saskatchewan et ailleurs en Amérique du Nord.

En 1986 et 1987, nous avons effectué une enquête auprès des exploitants des terres sur lesquelles l'étude a été faite pour:

1. Déterminer leur attitude envers cette espèce.
2. Obtenir des données historiques sur le nombre de chouettes sur leurs terres et toute modification importante de l'habitat résultant de leurs pratiques agricoles.
3. Déterminer quelles sont les principales pratiques agricoles en usage sur la ferme en vue d'identifier d'autres pratiques répandues qui pourraient avoir un effet sur l'effectif des chouettes des terriers.

* Musée d'Histoire naturelle, Parcs Saskatchewan, Culture et loisirs, Regina.

** Direction des inventaires et de la toxicologie de la faune, Service canadien de la faune, Centre national de la recherche faunique, Ottawa.

Résultats

En 1987, nous avons étudié 221 couples de chouettes des terriers à 69 endroits près de Regina et de Moose Jaw. Les pulvérisations contre les sauterelles ont fortement diminué en 1987 en raison de la température fraîche et humide qui a régné en avril et en mai et des prix records à la baisse pour le grain. Un seul exploitant a eu recours à la pulvérisation. Cinq terriers ont été pulvérisés avec du carbofurane et deux des couples ont disparu après la pulvérisation, ce qui correspond à ce que nous avions observé en 1986 pour les terriers pulvérisés au carbofurane. Notre enquête auprès des exploitants a révélé que le nombre de nids actifs était significativement moindre sur les terres de fermiers ayant procédé à des pulvérisations contre les sauterelles en 1985-1986, et qui avaient utilisé du carbofurane dans le passé, que sur les terres également traitées en 1985-1986 mais jamais au carbofurane.

Les 1454 ingluvies recueillies en 1986 et 1987 ont servi à déterminer la variation temporelle et spatiale de la consommation de rongeurs, de sauterelles et de coléoptères par la chouette des terriers au cours de 1986, année où les populations de sauterelles menaçaient les récoltes, et au cours de 1987, année où les populations de sauterelles étaient généralement tombées à un niveau ne nécessitant pas le recours aux insecticides. Dans les deux cas, nous avons observé une diminution du nombre de rongeurs et une augmentation concomitante du nombre de sauterelles au cours de l'été. Une étude de 22 expériences effectuées dans 13 États ou provinces a révélé que le régime de cette espèce en Amérique du Nord comprend des représentants de deux Phylums, de sept Classes, de vingt-quatre Ordres et de plus de soixante-neuf Familles d'animaux. Quoique la chouette des terriers soit capable de capturer une grande variété de vertébrés et d'insectes et ne soit pas limitée à un groupe taxonomique en particulier, l'analyse des ingluvies a démontré que les rongeurs et les insectes (sauterelles et coléoptères) sont les aliments de base de cette espèce dans 90 p. 100 et plus des emplacements étudiés. Les insectes constituent en nombre les proies les plus abondantes dans toutes les régions, mais ils représentent une petite fraction de la biomasse alimentaire. Nous avons identifié deux Phylums, cinq Classes, neuf Ordres et au moins dix-huit Familles d'animaux dans le régime alimentaire de la chouette des terriers en Saskatchewan. Il est très peu probable que l'élimination temporaire par un insecticide des insectes et des rongeurs sur le territoire d'un couple de chouettes puisse causer une pénurie de nourriture suffisante pour entraîner la mortalité des petits ou l'abandon du territoire, ce qui laisse entendre que l'impact du carbofurane provient de sa toxicité et non d'une moins grande abondance de nourriture.

Nous avons divisé en districts agricoles tous les endroits de la Saskatchewan où nous avons trouvé des colonies, et nous avons comparé leur répartition à deux mesures séparées de l'infestation par des sauterelles. Il se trouve que 98 p. 100 des nids répertoriés en 1987 étaient situés dans des districts agricoles où la gravité de l'infestation a forcé l'utilisation d'insecticides en 1985 et 1986. Les données de l'Alberta et celles du Manitoba indiquent la même relation, ce qui laisse entendre que, dans les trois provinces des Prairies, la distribution des infestations qui posent une menace pour les récoltes coïncide tellement avec la répartition des nids de cette espèce de chouette que nul insecticide (carbofurane y compris) ne peut être utilisé sans risquer d'exposer une grande partie de la population de cette espèce menacée.

Notre enquête auprès des fermiers a révélé qu'une seule autre pratique agricole pourrait avoir un effet significatif sur la chouette des terriers. Plus de 50 p. 100 des fermiers qui exploitent des terres où nous avons recensé cette espèce utilisent de la strychnine pour contrôler les populations d'écureuils terrestres. Rien toutefois ne permet d'affirmer pour l'instant que cette pratique est nuisible à la chouette des terriers.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Glen A. Fox
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-6076

10. TOXICITÉ DU CARBOFURANE POUR LES OISEAUX CHANTEURS DES PÂTURAGES DES PRAIRIES

(D.J. Forsyth*, C.F. Hinks et N.D. Wescott**, et D.G. Irvine***)

Introduction

Les infestations de sauterelles en Saskatchewan ont nécessité la pulvérisation d'insecticides sur des surfaces qui, en 1985 par exemple, totalisaient 3 à 4 millions d'hectares. Les pulvérisations sont surtout faites pendant les trois premières semaines de juin, période qui coïncide avec la saison de nidification de nombreux passereaux. Les sauterelles sont un élément important du régime alimentaire des petits passereaux; il y a donc risque d'empoisonnement. Le carbufurane est l'un des insecticides les plus efficaces pour exterminer les sauterelles et il est donc largement utilisé. Il s'agit cependant d'un produit très toxique et on a jugé bon d'étudier ses effets sur les oiseaux chanteurs. Nos recherches faisaient partie d'une étude sur le terrain de plus grande portée, coordonnée par le Toxicology Research Centre de l'Université de la Saskatchewan, et qui visait à déterminer les effets du carbofurane appliqué par voie aérienne sur les rapaces, les oiseaux chanteurs, les oiseaux gibier des hautes terres, ainsi que sur les petits mammifères des pâturages.

Objectifs

Cette étude a été conçue pour:

1. Déterminer le comportement des oiseaux en présence de sauterelles empoisonnées.
2. Déterminer la toxicité des sauterelles empoisonnées par le carbofurane pour les oiseaux qui en ingèrent.
3. Déterminer quelle quantité de carbofurane se retrouvait dans les sauterelles après épandage aérien du produit.

Méthode

1. Des études comportementales et toxicologiques ont été effectuées avec vingt pinsons des plaines (*Spizella pallida*) et cinq pinsons vespéraux (*Poocetes gramineus*), capturés alors qu'ils étaient des oisillons encore au nid ou l'ayant déjà quitté, et gardés en captivité. Dans une série d'expériences de 15 mn avec libre choix, les oiseaux ont reçu individuellement un nombre égal de sauterelles mortes et de sauterelles vivantes après avoir été privés de nourriture pendant 4 heures. On a déterminé la quantité totale de sauterelles ingérées quotidiennement par chaque sujet en l'absence de toute autre nourriture.
2. On a donné à six pinsons des plaines une ration de un jour constituée de 150 sauterelles sur lesquelles on avait pulvérisé du carbofurane dans une chambre spéciale. On a observé le comportement des pinsons, le nombre de sauterelles qu'ils ont ingéré ainsi que leur réaction au produit toxique.
3. Pour déterminer la quantité de résidus de carbofurane présents chez les sauterelles après une pulvérisation aérienne, on a prélevé des sauterelles dans 24 transects d'un pâturage d'un mille carré traité à raison de 140 g de principe actif par hectare. Les prélèvements ont été effectués moins d'une heure après la fin de la pulvérisation, puis pendant les six jours qui ont suivi l'application. Les résidus ont été dosés par chromatographie gazeuse en phase liquide.

Résultats et discussion

1. Dans les expériences de libre choix, les pinsons des plaines consommaient deux fois plus de sauterelles mortes que de sauterelles vivantes. Les pinsons vespéraux manifestaient une légère préférence pour les sauterelles vivantes quoique deux des cinq oiseaux soumis à l'expérience avaient une légère préférence pour les sauterelles mortes. Les pinsons des plaines nourris uniquement de sauterelles pendant des périodes allant jusqu'à huit jours en consommaient de 8 à 12 g/j, soit en moyenne 80 p. 100 de leur poids corporel.
2. Les pinsons des plaines nourris pendant 24 h uniquement de sauterelles pulvérisées avec du carbofurane n'ont manifesté aucune aversion pour ces insectes, ni aucune réaction toxique. Étant donné que la consommation a été répartie sur 24 h, les oiseaux n'ont jamais ingéré une forte dose de carbofurane et ils ont pu, de toute évidence, métaboliser le produit sans aucun signe d'intoxication. Ces résultats sont en bonne corrélation avec les observations faites sur le terrain après une pulvérisation, à savoir que les populations d'oiseaux ne semblaient nullement touchées.

* Service canadien de la faune, Saskatoon.

** Agriculture Canada, Saskatoon.

*** Université de la Saskatchewan, Saskatoon.

3. Les résidus de carbofurane chez les sauterelles ramassées 1 à 3 h après une pulvérisation aérienne étaient en moyenne de 2 ppm. Cette teneur est environ la moitié de celle trouvée chez des sauterelles au quatrième stade larvaire ayant été exposées à une pulvérisation en laboratoire et données comme nourriture aux oiseaux.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.J. Forsyth
Service canadien de la faune
115 Perimeter Road
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X4
(306) 975-5065

---

11. EFFETS DES INSECTICIDES UTILISÉS POUR EXTERMINER LES SAUTERELLES SUR LA CROISSANCE DES JEUNES PIES-GRIÈCHES MIGRATRICES DANS LE SUD DE LA SASKATCHEWAN

(Wayne C. Harris*)

Introduction

La population de pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*) a diminué pendant les vingt dernières années dans la majeure partie de son aire de reproduction en Amérique du Nord. Ces quinze dernières années, les populations vivant sur les terres agricoles du sud de la Saskatchewan ont vu leur nombre réduit de plus de 70 p. 100. En 1972, on a ajouté cet oiseau à la liste bleue de la Société Audubon qui contient les espèces à déclin non cyclique. En 1986, le Comité sur le statut des espèces menacées d'extinction au Canada ajoutait la pie-grièche migratrice sur sa liste. Le déclin de cette espèce peut être dû en partie à son régime largement insectivore qui l'expose aux insecticides, et en particulier à ceux utilisés pour exterminer les sauterelles.

Objectif

L'objectif du projet était d'examiner les effets des insecticides utilisés pour exterminer les sauterelles, et principalement ceux du carbofurane, sur la reproduction de la pie-grièche migratrice dans le sud de la Saskatchewan. On s'est servi des paramètres suivants: nombre d'oeufs; taux d'éclosion; croissance des oisillons encore au nid; nombre d'oisillons parvenus à l'état de voler; activité cholinestérasique cérébrale chez les oisillons trouvés morts dans le nid après la pulvérisation.

Méthode

Dans chacune des trois régions du sud de la Saskatchewan où l'on prévoyait une infestation de sauterelles (légère à Last Mountain Lake, modérée à Courval et forte à Consul), on a observé 20 nids de pie-grièche migratrice du 1er juin au 12 juillet 1987. Après avoir noté le nombre d'oeufs et d'oisillons, on a commencé, 2 à 5 jours après l'éclosion, à effectuer des mesures de la croissance des oisillons. Tous les cinq jours, les oisillons étaient pesés et on mesurait la longueur des ailes, la longueur de l'os métatarsien et de la rémige primaire externe. On a demandé aux propriétaires d'informer les chercheurs sur leurs intentions d'appliquer des insecticides contre les sauterelles à l'intérieur des territoires où les couples nichent et se nourrissent. On a fait l'essai de la technique du collier fait d'un cure-pipe et placé autour du cou des oisillons pour les empêcher d'avaler la nourriture apportée par les parents pour obtenir des échantillons d'insectes pour l'analyse chimique.

Résultats et discussion

Il n'y a eu en fait que très peu d'applications d'insecticides en dépit de l'infestation relativement importante de sauterelles dans les régions de Courval et de Consul, apparemment parce que la chute des prix des céréales ne supportait plus de tels coûts. Du malathion a été appliqué par pulvérisation à l'intérieur d'un des territoires où se nourrissent les oiseaux, alors qu'on dispersait de l'appât de son traité au diméthoate dans un autre. Dans les deux cas, la croissance et le taux de survie des oisillons étaient comparables à ceux que l'on retrouvait dans des sites non traités. La technique du collier ne s'est révélée utile que pour la capture d'insectes relativement gros et elle s'est avérée dangereuse pour les oisillons. Les données relatives au taux d'éclosion, à la croissance et au nombre d'oisillons quittant le nid ont été obtenues pour 62 nids. Cette information constituera une base très utile pour des études futures sur les effets des insecticides et elle servira également pour le programme de gestion de la pie-grièche migratrice préparé par la Division des espèces menacées du Service canadien de la faune.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.J. Forsyth
Service canadien de la faune
115 Perimeter Road
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X4
(306) 975-5065

* Services environnementaux des Prairies, Raymore (Saskatchewan).

12. EFFETS DU CARBOFURANE SUR LES MACRO-INVERTÉBRÉS D'UN ÉTANG DES PRAIRIES

(M. Wayland*)

Introduction

Lors des cinq dernières années, des infestations répétées de sauterelles ont obligé les fermiers des Prairies à protéger leurs cultures au moyen de divers insecticides. Ils ont surtout eu recours au carbofurane que s'était révélé très efficace contre les sauterelles. L'utilisation permanente de grandes quantités de carbofurane a amené les organismes voués à la protection de l'environnement et de la faune à s'inquiéter des effets nocifs possibles sur les populations fauniques, leurs ressources alimentaires et leur habitat. Une série de projets de recherche a été préparée pour évaluer les risques de dommages à l'environnement par suite d'applications massives de carbofurane. La première année de recherche a été financée grâce à une subvention du Fonds pour la toxicologie faunique administré par le Fonds mondial pour la nature (Canada), lui-même soutenu par Environnement Canada. D'autres recherches s'imposaient pour clarifier les résultats obtenus la première année.

Objectif

Il s'agissait de déterminer les effets du carbofurane sur les macro-invertébrés benthiques (visibles à l'oeil nu) d'un étang type des Prairies.

Méthode

Des enclos étanches à l'eau ont été aménagés dans l'étang, puis exposés au hasard, soit à 5 p.p. milliard, 25 p.p. milliard ou une teneur nulle en carbofurane (témoin). Les enclos étanches permettaient de retenir le produit chimique introduit, et d'établir ainsi une corrélation entre les effets sur les macro-invertébrés et la teneur de l'eau en carbofurane. Les macro-invertébrés piégés à l'intérieur des enclos ont été échantillonnés six fois: deux fois pendant la semaine précédant le traitement et quatre fois au cours des 55 jours qui ont suivi le traitement. Le carbofurane a été introduit dans les enclos et bien mélangé, car le but de l'expérience était de déterminer la toxicité de différentes teneurs en carbofurane pour les macro-invertébrés, et non de simuler une situation réelle de pulvérisation. Les échantillons de fond ont été triés au laboratoire et on a procédé au prélèvement, à la caractérisation et au comptage des macro-invertébrés.

Résultats et discussion

La teneur de 5 p.p. milliard n'a eu aucun effet sur les groupes d'invertébrés examinés (l'orchestie ***Hyallela azteca***, les larves de moucherons de la sous-famille ***Chironominae***, les larves de moucherons de la sous-famille ***Tanypodinae***, les escargots *Physa* et ***Helisoma***, la sangsue ***Helobdella stagnalis***, l'éphémère ***Caenis*** et les nymphes d'éphémères de la famille ***Coenagrionidae***). La teneur de 25 p.p. milliard a été très toxique pour ***Hyallela azteca***; l'abondance et la biomasse ont été réduites à respectivement 10 et 6 p. 100 de ce qu'elles étaient avant le traitement. Après 55 jours, l'abondance de *H. azteca* était très proche de celle enregistrée avant le traitement. La biomasse de larves de ***Chironominae*** se trouvait réduite à 17 p. 100 de la valeur prétraitement en raison de la grande vulnérabilité des grandes larves de ***Chironomus*** au carbofurane. Les petites larves de ***Chironominae*** n'ont pas été touchées et leur abondance n'a pas varié de façon significative. La teneur de 25 p.p. milliard n'a pas eu d'effet toxique significatif sur les autres espèces mentionnées.

Ces résultats montrent que certains macro-invertébrés sont vulnérables au carbofurane. L'utilisation de ce produit pourrait supprimer d'importantes ressources alimentaires pour les oiseaux aquatiques non arrivés à maturité, qui tirent une grande partie de leurs protéines des insectes benthiques. Advenant que la biomasse de macro-invertébrés diminue en même temps qu'augmentent les besoins énergétiques chez les jeunes oiseaux aquatiques, alors les conséquences pourraient être significatives.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Miles Constable, Contaminants Officer
Environment Canada
Environmental Protection
2nd Floor, Twin Atria No. 2
4999 - 98 Avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3
(403) 468-8038

* Candidat à la maîtrise, Département de zoologie, Université de l'Alberta.

13. RÉÉVALUATION DES PESTICIDES EN USAGE
(M. Constable, W. Golebiowski et T. Lambert)

Introduction

But et définition de la "réévaluation"

La description qui suit correspond au contenu de la circulaire d'Agriculture Canada R-1-22, du 20 mai 1986, adressée aux titulaires d'enregistrement.

L'article 19 du ***Règlement sur les produits antiparasitaires*** prévoit la réévaluation des produits enregistrés de façon à convaincre le Ministre (de l'Agriculture) que la présence d'un produit sur le marché n'entraînera pas de risques inacceptables pour:

1. Les choses sur lesquelles ou en rapport avec lesquelles il est destiné à être utilisé.

2. La santé de la population, les plantes, les animaux ou l'environnement.

La réévaluation est un examen de toutes les utilisations enregistrées des ingrédients actifs d'un pesticide et de l'information justifiant ces utilisations à la lumière des connaissances et des préoccupations actuelles. Il s'agit d'un processus sensiblement différent de l'évaluation et de l'enregistrement d'un nouveau produit. Le but de la réévaluation est de:

1. Déceler les carences au niveau de l'information et d'y remédier (en rendant les anciennes bases de données conformes aux normes actuelles).

2. Caractériser et examiner les problèmes relatifs à la protection de l'homme et aux effets nocifs sur l'environnement.

3. Assurer une efficacité permanente.

4. Prendre les mesures réglementaires appropriées pour retirer les produits qui ne sont plus efficaces ou qui ne sont plus conformes aux exigences de l'article 19.

La réévaluation permet de déterminer, à la lumière des avantages et des risques qu'il représente, si un produit peut continuer à être utilisé sans danger et de façon efficace et, si tel est le cas, de définir les conditions optimales pour une utilisation sûre et efficace. La réévaluation peut conduire à des modifications imposées allant de suppressions mineures sur l'étiquette d'un produit à une définition plus claire ou une modification complète du mode d'emploi. Il se peut aussi que la réévaluation entraîne l'annulation ou la suspension de l'enregistrement.

Rôle de la Protection de l'environnement, région de l'Ouest et du Nord

Le service régional de la Protection de l'environnement est chargé d'assurer la protection et la préservation de la qualité de l'environnement dans les provinces des Prairies et dans les Territoires du Nord-Ouest. L'objectif du Bureau régional, lors de l'étude des pesticides pour le programme de réévaluation, est de s'assurer que les pesticides d'intérêt prioritaire ne présentent aucun danger pour l'environnement dans les conditions actuelles d'application. Si on constate qu'un pesticide peut présenter un danger pour l'environnement, il doit être signalé au bureau-chef de la Protection de l'environnement et soumis à Agriculture Canada aux fins de réévaluation du produit. Le cas doit être traité directement soit par le fabricant, soit par Agriculture Canada. La Protection de l'environnement se limitera à démontrer qu'il existe un risque raisonnable d'effets nocifs d'un pesticide sur l'environnement. Il incombera à l'industrie de prouver que ses produits sont inoffensifs et de réfuter l'information tendant à démontrer le contraire.

Réévaluation des pesticides d'intérêt prioritaire dans la région de l'Ouest et du Nord

Dans une circulaire adressée aux titulaires d'enregistrement (R-1-226 de mai 1986), Agriculture Canada annonçait la décision de réévaluer les pesticides; le 2,4-D et le MCPA étaient déjà en cours de réévaluation. Le 2,4-D ne nous inquiétait pas trop, car son utilisation avait montré qu'il n'était que faiblement toxique. On connaissait par contre très mal le MCPA et il fut décidé qu'il serait l'un des premiers produits réévalués dans la région. Le groupe des préservatifs antimicrobiens pour le bois, dérivés du goudron de houille (les antimicrobiens A-4) dont fait partie la créosote, se classait au sixième rang dans le processus de réévaluation. Des six groupes de tête, deux présentaient un intérêt particulier pour la Protection de l'environnement, région de l'Ouest et du Nord, soit les insecticides à large spectre (comprenant le diméthoate, le carbaryl et le carbofurane) et les antimicrobiens dérivés du goudron de houille. La créosote fut choisie comme pesticide d'intérêt prioritaire régional en raison de son fort volume de ventes et de sa grande toxicité pour les organismes aquatiques.

Résultats et discussion

Le MCPA, le carbaryl et la créosote ont fait l'objet d'évaluations et des rapports sont en préparation. On a effectué une recherche documentaire et des études préalables sur les produits suivants: pentachlorophénol, glyphosate et diméthoate. Des rapports provisoires seront rédigés. En 1988-1989, on entreprendra l'étude des pesticides suivants: carbofurane, triallate et difenzoquat.

Comme prévu, on n'a observé que très peu de problèmes environnementaux dans le cas du MCPA. Tel n'est pas le cas pour la créosote. Plusieurs problèmes existent avec ce produit, à commencer par une réglementation inadéquate. La créosote est surtout utilisée pour le traitement industriel du bois, tout comme le PCP. La principale différence au niveau de l'enregistrement des deux produits est que la plupart des utilisations de la créosote comme préservatif du bois ne sont pas réglementées par la ***Loi sur les produits antiparasitaires***, alors que celles du PCP le sont toutes. Le manque d'information sur la pollution de l'eau autour des usines de préservation du bois de la région et sur les dangers posés par les substances cancérigènes contenues dans la créosote et dispersées dans l'environnement constituent d'autres problèmes. Quant au carbaryl, il a été enregistré à un moment où les exigences en matière d'information sur le devenir environnemental des produits étaient élémentaires, si bien qu'il y a de grandes lacunes en ce qui concerne le devenir du carbaryl dans les milieux propres aux Prairies.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Miles Constable, Contaminants Officer
Environment Canada
Environmental Protection
2nd Floor, Twin Atria No. 2
4999 - 98 Avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3
(403) 468-8038

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU PACIFIQUE ET DU YUKON
(Colombie-Britannique et Territoire du Yukon)

1. ÉVALUATION DE LA POLLUTION PAR LES COMPOSÉS ORGANOSTANNIQUES EN COLOMBIE-BRITANNIQUE - Salmonicultures côtières et marinas

(C. Garrett)

Introduction

Le tributylétain (TBÉ) est largement utilisé comme agent antisalissures dans les peintures servant à protéger les coques de bateaux. Le lessivage à partir des coques de bateaux peut causer la pollution des ports et des marinas. Un échantillonnage préalable dans des ports de la Colombie-Britannique par la Protection de l'environnement (PE) a révélé des teneurs élevées en composés organostanniques dans les sédiments, particulièrement au voisinage des chantiers navals. On a également décelé la présence de composés organostanniques chez des poissons capturés dans le port de Vancouver.

Plusieurs salmonicultures de la Colombie-Britannique ont utilisé le tributylétain comme agent antisalissures pour leurs parcs à filets. Le tributylétain n'a pas été enregistré pour cet emploi au Canada et, en 1987, Agriculture Canada a émis une ordonnance de saisie de tous les produits à base de TBÉ commercialisés pour usage en aquaculture. Les études ont montré que le saumon provenant de parcs à filets traités avec ce produit pouvait accumuler du TBÉ.

Le tributylétain est un des produits chimiques commerciaux les plus toxiques déversés dans le milieu aquatique, et le naissain d'huîtres est particulièrement vulnérable à ce composé. En Colombie-Britannique, beaucoup de marinas ou autres zones d'activités marines et de salmonicultures sont dans des secteurs où se pratique l'ostréiculture, ce qui rend le risque de déversement de TBÉ à partir de ces installations particulièrement préoccupant.

Objectifs

Cette étude visait à déterminer:

1. Les quantités de TBÉ utilisé dans les salmonicultures de la Colombie-Britannique et les lieux d'utilisation.
2. Les teneurs en TBÉ dans l'environnement et au voisinage des salmonicultures ayant employé des agents antimoisissures à base de TBÉ.
3. Les teneurs en TBÉ chez les saumons élevés dans des parcs à filets traités au TBÉ.
4. Les teneurs du milieu au voisinage des marinas.

Méthode

Inventaire. - Un questionnaire a été envoyé à une centaine d'exploitants de salmonicultures leur demandant d'indiquer la quantité de TBÉ (Flexguard®) utilisé, la période d'utilisation, le nombre de filets traités et le nombre de ces filets encore utilisés. On a également examiné les dossiers des fournisseurs de filets et de produits chimiques pour vérifier les données communiquées par les exploitants.

Surveillance de l'environnement. - Entre décembre 1987 et février 1988, la Protection de l'environnement a prélevé des échantillons dans 10 salmonicultures, 22 marinas et 2 sites témoins afin de déterminer les teneurs en composés organostanniques et autres polluants de l'environnement dans les sédiments, l'eau, les muscles et le foie de saumons, et chez les poissons de fond et les mollusques (moules, palourdes et huîtres), s'il s'en trouvait. Les analyses ont été effectuées par le laboratoire des Grands Lacs de Pêches et Océans Canada et le laboratoire Seakem à Sydney. Les échantillons représentatifs de tous les milieux ont été fractionnés et les analyses ont été faites en double par les deux laboratoires.

Résultats et discussion

Environ 30 p. 100 des salmonicultures étudiées ont indiqué que le TBÉ avait été utilisé à un moment ou à un autre pour le traitement des filets, parfois pendant plusieurs années. Au moment de l'enquête, plus aucune ne traitait leurs filets avec le TBÉ, mais cinq d'entre elles employaient encore des filets traités antérieurement. Quatre salmoniculteurs rapportaient l'entreposage de déchets de TBÉ totalisant entre 400 et 500 l. Les renseignements fournis par les fournisseurs de filets et de produits chimiques correspondaient assez bien aux renseignements obtenus des exploitants.

Surveillance de l'environnement

Salmonicultures. - Des composés organostanniques ont été décelés dans tous les échantillons de muscles et de foie de saumons (les quantités étaient de l'ordre de quelques ng/g de poids humide), excepté chez les spécimens provenant d'un endroit. Les teneurs en dibutylétain (DBÉ) étaient inférieures ou presque égales aux limites de détection dans tous les échantillons de muscles de saumons. Dans le foie, par contre, les teneurs en DBÉ étaient comparables ou supérieures à

celles en TBÉ (quelques ng/g de poids humide). En outre, on a décelé quelques nanogrammes de TBÉ par gramme dans les huîtres et les palourdes ramassées près de salmonicultures. Les teneurs étaient légèrement plus élevées chez les huîtres et celles-ci renfermaient également du DBÉ, mais en teneurs moindres que le TBÉ. On n'a pas décelé de DBÉ dans les palourdes. Sauf dans un cas (31 ng/g de poids sec), les échantillons de sédiments prélevés dans les salmonicultures ne renfermaient pas de teneurs décelables de TBÉ, et aucun ne contenait une teneur décelable de DBÉ. Les échantillons d'eau prélevés dans les salmonicultures renfermaient du TBÉ en teneurs allant de valeurs inférieures à la limite de détection à 63 ng/l. Les teneurs en DBÉ étaient plus basses; elles variaient de valeurs inférieures à la limite de détection à 3 ng/l.

Marinas. - Les composés organostanniques étaient présents dans les biotes de presque toutes les marinas échantillonnées. Des teneurs élevées en TBÉ et DBÉ (> 1 µg/g) ont été observées chez quelques échantillons de coquillages ramassés à proximité de marinas. Dans l'un des endroits, il semble y avoir une variation saisonnière des teneurs. On prévoit effectuer des mesures supplémentaires pour déterminer si c'est bien le cas. Les échantillons de sédiments renfermaient des composés organostanniques en teneurs allant d'inférieures à la limite de détection à plus de 1 µg/g de poids sec. Dans certaines marinas, les teneurs élevées dans les sédiments se traduisaient par des teneurs tissulaires élevées dans le biote, alors que dans d'autres, les teneurs tissulaires significatives étaient sans rapport avec les faibles teneurs décelées dans les sédiments. Dans les échantillons d'eau, les teneurs variaient de façon significative. Des teneurs extrêmement élevées en TBÉ ont été décelées dans le secteur de Coal Harbour du Burrard Inlet (jusqu'à 2600 ng/l). Les teneurs en DBÉ des échantillons d'eau étaient généralement beaucoup plus faibles que celles en TBÉ. Les teneurs en composés organostanniques dans les sédiments et le biote recueillis dans les marinas du secteur de Coal Harbour étaient elles aussi élevées. Les teneurs en tributylétain décelées dans les échantillons d'eau se situaient dans l'intervalle des teneurs entraînant des effets sublétaux lors des essais biologiques en laboratoire. Elles dépassaient de loin le niveau cible admissible fixé par le ministère de l'Environnement du Royaume-Uni pour la protection des organismes aquatiques. Aucun niveau cible du même ordre n'a été établi pour les eaux marines canadiennes.

Sites témoins. - Dans tous les cas (eau, sédiments et mollusques), les teneurs étaient inférieures à la limite de détection.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Christine Garrett
Protection de l'environnement
Région du Pacifique
Kapilano 100, Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2
(604) 666-3332

---

2. ÉTUDE DE LA POLLUTION PAR LES CHLOROPHÉNOLS ET LES DIOXINES À PROXIMITÉ D'INSTALLATIONS D'IMPRÉGNATION DU BOIS ET D'USINES DE PÂTES À PAPIER EN COLOMBIE-BRITANNIQUE

(C. Garrett)

Introduction

Beaucoup d'usines de préservation du bois situées en Colombie-Britannique utilisent le procédé d'imprégnation aux chlorophénols. Les chlorophénols sont très toxiques et les déversements accidentels dans les eaux de la province ont entraîné des morts massives de poissons. On note heureusement que l'industrie de préservation du bois a de plus en plus recours à des substances chimiques moins toxiques pour prévenir la pourriture de l'aubier. Des teneurs significatives en chlorophénols ont été décelées dans les effluents rejetés par plusieurs usines de la province ainsi que dans les sédiments, les poissons et les eaux de surface recueillis à proximité des usines. Les préparations commerciales de chlorophénols contiennent en général des dioxines qui pénètrent dans l'environnement avec les rejets de chlorophénols par les usines d'imprégnation et lors de la combustion des résidus de bois contaminés aux chlorophénols. Le procédé de blanchiment au chlore utilisé dans les usines de pâtes et l'utilisation de copeaux de bois contaminés aux chlorophénols pour la production de pâtes à papier produisent également des dioxines.

Des échantillonnages effectués en 1983 par la Protection de l'environnement (PE) et le Service canadien de la faune (SCF) près d'usines d'imprégnation ont confirmé la présence de dioxines dans les tissus de poissons et les oeufs de hérons. L'information obtenue n'était pas suffisante pour permettre d'évaluer le degré de pollution ou les effets possibles sur l'environnement. Il faudra obtenir des données supplémentaires sur les teneurs ambiantes en chlorophénols, ainsi que sur les dioxines et les furannes qui sont associés aux préparations de chlorophénols utilisées dans la région du Pacifique.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer les teneurs en chlorophénols, anisoles chlorés, dibenzodioxines chlorées et dibenzofurannes chlorés dans les sédiments, l'eau, le biote aquatique et les oeufs de hérons près de certaines usines d'imprégnation du bois et d'usines de pâtes en Colombie-Britannique.
2. Évaluer la précision et l'exactitude des résultats analytiques grâce à des comparaisons interlaboratoires d'analyses d'échantillons fractionnés, dopés ou faites en double.

Méthode

Des échantillons de sédiments, de poissons, d'invertébrés, d'eau et d'oeufs de hérons ont été prélevés par la PE, le SCF et les Directions des terres et des eaux intérieures près d'usines d'imprégnation du bois et d'usines de pâtes de la Colombie-Britannique. Les échantillons ont été analysés pour les chlorophénols, les anisoles chlorés, les dibenzodioxines chlorées et les dibenzofurannes chlorés. Des échantillons sélectionnés sont analysés pour les métaux et les PCB.

Résultats et discussion

Des teneurs significatives en dioxines et en furannes sont présentes dans les milieux récepteurs situés près de scieries et d'usines de pâtes. La source de pollution provient des chlorophénates utilisés pour prévenir la pourriture de l'aubier. Ces produits chimiques renferment des teneurs significatives en dioxines et en furannes chlorés supérieurs, dont d'importantes quantités d'isomères se retrouvent dans les milieux récepteurs proches de certaines scieries. Parmi les sources d'émission de dioxines et de furannes par les usines de pâtes, mentionnons la production de TC-2,3,7,8 DD/F dans le blanchiment au chlore; l'utilisation de copeaux de bois pollués par les chlorophénols pour la fabrication de la pâte; et il est possible que le procédé lui-même génère des dioxines. Quatre usines de pâtes, situées à Howe Sound, Crofton et Prince Rupert, ont été désignées comme sites prioritaires devant faire l'objet de recherches supplémentaires. La présente étude concerne principalement les usines de pâtes installées au bord de la mer, mais il y aurait lieu d'analyser des échantillons environnementaux prélevés aux abords d'usines de pâtes situées près de masses d'eau douce.

Sédiments

Dioxines. - Les H_6CDD, H_7CDD et OCDD accusaient les plus fortes teneurs à tous les sites. Dans les sédiments prélevés à l'extérieur d'usines de pâtes, les H_6CDD dominaient, mais aux abords de scieries, les teneurs en H_7CDD et en OCDD étaient généralement plus élevées. Des teneurs totales de 53 à 814 parties par trillion (10^{12}) de polychlorodibenzodioxines (PCDD) ont été décelées dans les sédiments prélevés près des scieries, et on en a mesuré jusqu'à 19 266 ppt dans ceux prélevés aux abords d'usines de pâtes. Il y avait présence de TC-2,3,7,8 DD dans les échantillons de tous les émissaires d'usines de pâtes; on ignorait quelle en était la source.

Furannes. - Les TC-2,3,7,8 DF ont été décelés dans les échantillons de tous les émissaires d'usines de pâtes et à l'extérieur de la plupart des scieries. Les TCDF représentaient plus de la moitié de la quantité totale de PCDF présente, alors que près des scieries, les H_6CDF, les H_7CDF et les OCDF constituaient la majeure partie de la quantité totale de PCDF présente. Les furannes, particulièrement les H_6CDF et H_7CDF, étaient présents en teneurs supérieures ou comparables à celles des dioxines correspondantes. Aux usines de pâtes, les teneurs en furannes, à l'exception des TCDF, étaient en général nettement inférieures à celles enregistrées pour les dioxines correspondantes. La détection de dioxines et de furannes chlorés supérieurs aux usines de pâtes était à prévoir puisque ces corps se trouvent en teneurs significatives dans les chlorophénates utilisés pour prévenir la pourriture de l'aubier. Leur présence près des usines de pâtes est probablement liée à l'emploi de copeaux pollués par les chlorophénols. Toutes les usines échantillonnées utilisaient de tels copeaux. Comme les furannes chlorés supérieurs sont présents à des teneurs beaucoup plus faibles que les dioxines, l'emploi de copeaux pollués donnerait donc lieu à une libération plus grande de dioxines que de furannes chlorés supérieurs. Cela ne peut s'expliquer par les teneurs relatives en dioxines et en furannes dans les préparations de chlorophénates. Il est possible qu'il se forme de dioxines chlorées supérieures lors du processus de fabrication de la pât .

Biote aquatique

Dioxines. - Les H_6CDD ont été décelées plus fréquemment et en teneurs plus fortes dans les échantillons de biote que les autres dioxines. Les répartitions isomériques des TCDD et des H_6CDD dans les sédiments et dans le biote étaient comparables. Cependant, dans les sédiments, l'OCDD et les H_7CDD étaient présents à des teneurs proportionnellement beaucoup plus élevées que dans le biote. L'hépatopancréas de crabes renfermait des teneurs plus élevées et davantage d'isomères de dioxines que les autres tissus biologiques analysés. Des teneurs élevées en TC-2,3,7,8 DD étaient présentes dans l'hépatopancréas de crabes ramassés près de certaines usines; de plus, les teneurs en H_6CDD étaient plus fortes. Le tissu musculaire des crabes renfermait beaucoup moins de dioxines et moins d'isomères que l'hépatopancréas. Cependant, on a détecté des teneurs significatives en TC-2,3,7,8 DD chez les crabes ramassés aux abords de deux usines (12 et 14 ppt) et jusqu'à 117 ppt de H_6CDD dans le muscle de crabes. Le mode de répartition des isomères des PCDD chez les moules, les huîtres et les palourdes était comparable à celui observé dans l'hépatopancréas de crabes, mais les teneurs étaient beaucoup plus faibles. Cependant, à l'une des usines, les teneurs en TC-2,3,7,8 DD chez les huîtres étaient élevées et dépassaient même le niveau de tolérance. Elles étaient particulièrement élevées chez les huîtres ramassées à proximité immédiate de l'usine, et elles diminuaient à mesure que l'on s'éloignait de l'usine. Les crevettes étaient également de bons indicateurs pour les dioxines. Les teneurs dans les tissus de chabots et d'autres poissons entiers étaient généralement faibles, et les teneurs dans la chair de filets étaient très faibles ou non décelables.

Furannes. - Les TCDF étaient les principaux isomères décelés et les isomères chlorés supérieurs n'ont été décelés que dans l'hépatopancréas de crabes ou alors se trouvaient en teneurs très faibles. Dans le biote, les teneurs en TC-2,3,7,8 DF étaient beaucoup plus élevées que celles en TC-2,3,7,8 DD. Des teneurs très élevées en TC-2,3,7,8 DF ont été observées dans l'hépatopancréas de crabes. Des teneurs significatives en TC-2,3,7,8 DF ont également été décelées dans le muscle de crabes ainsi que chez les crevettes et les huîtres. Excepté dans quelques échantillons, les teneurs en TC-2,3,7,8 DF chez les poissons variaient de 4 à 20 ppt.

Oeufs de hérons

Des teneurs significatives en dioxines et en furannes ont été décelées dans les oeufs de hérons de plusieurs colonies de régions côtières du sud de la Colombie-Britannique. Les teneurs les plus élevées se retrouvaient dans la colonie du secteur de Crofton, laquelle s'alimente au voisinage de l'émissaire d'une usine de pâte kraft. On a observé que les teneurs en TC-2,3,7,8 DD dans cette colonie avaient triplé entre 1986 et 1987. Les données relatives aux oeufs de hérons sont examinées en détail dans le *Cahier de biologie nº 176* (avril 1988) du Service canadien de la faune.

Chlorophénols et autres polluants

Les analyses ne sont pas encore terminées.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Christine Garrett
Protection de l'environnement
Région du Pacifique
Kapilano 100, Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2
(604) 666-3332

3. LES DIOXINES DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE D'INSTALLATIONS DE PRÉSERVATION DU BOIS EN COLOMBIE-BRITANNIQUE

(R.J. Norstrom et J.E. Elliott*; P.E. Whitehead et R.W. Butler**)

Introduction

Les PCDD (polychlorodibenzodioxines) et les PCDF (polychlorodibenzofurannes) représentent un groupe de polluants extrêmement inquiétants. Ces classes de substances chimiques (75 chlorodibenzodioxines et 135 chlorodibenzofurannes) sont des sous-produits de la fabrication d'autres substances organiques chlorées comme les chlorophénols et les PCB, qui sont très persistants dans l'environnement. De grandes quantités de chlorophénols sont employées en Colombie-Britannique comme fongicides pour empêcher la formation de taches dans le bois. On a récemment découvert que les TCDD et les TCDF étaient produits par le procédé de blanchiment au chlore dans les usines de pâte kraft. Certains de ces produits, en particulier les TC-2,3,7,8 DD, ont une toxicité aiguë et chronique extrême et se sont révélés létaux pour les embryons de poulets à des teneurs de plusieurs centaines de parties par trillion. Dans plusieurs régions de la Colombie-Britannique, on trouve chez le grand héron des teneurs en hexachloro-, pentachloro- et tétrachlorodioxines pouvant être toxiques pour l'embryon.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer les sources des PCDD et des PCDF décelés dans le détroit de Georgie.

2. Évaluer leurs effets sur la faune, en particulier sur les oiseaux ichtyophages comme le grand héron.

Méthode

Cinq colonies de grands hérons du détroit de Georgie ont fait l'objet d'études: à Crofton, soit à 1 km d'une usine de pâte kraft; sur l'île Gabriola, près d'une usine de pâte kraft; sur les terres appartenant à l'Université de la Colombie-Britannique; sur la rivière Nicomekl, en milieu agricole; enfin, à l'île Sidney, dans une région ne recevant aucun apport direct de résidus industriels.

Dans chaque colonie, des oeufs ont été prélevés des nids et expédiés au Centre national de la recherche faunique (CNRF) du Service canadien de la faune (SCF) qui a procédé au dosage des PCDD, des PCDF, des PCB, des pesticides organochlorés et du mercure. On a déterminé le nombre d'oisillons dans les nids où des oeufs avaient été prélevés et dans d'autres laissés intacts. De plus, des espèces dont se nourrit le grand héron et d'autres échantillons de poissons et d'invertébrés ont été recueillis dans les mêmes sites et ailleurs aux environs du détroit de Georgie pour être analysés.

Résultats et discussion

Elliott *et al.* (1988) décrivent les résultats des études effectuées jusqu'ici et les effets possibles des PCDD et des PCDF sur le grand héron. L'étude montre qu'il y a contamination étendue par les PCDD et les PCDF des grands hérons s'alimentant dans les zones estuariennes et côtières dans la partie méridionale du détroit de Georgie.

C'est dans les oeufs provenant de la colonie de Crofton que l'on a retrouvé les plus fortes teneurs en polluants. Même les teneurs en PCDD décelées dans les oeufs provenant des colonies les moins polluées de la rivière Nicomekl et de l'île Sidney étaient encore supérieures de façon significative aux teneurs mesurées dans les oeufs d'oiseaux ichtyophages prélevés dans d'autres parties du Canada, y compris les Grands Lacs. Les apports de PCDD dans le milieu aquatique, en Colombie-Britannique, semblent provenir de plusieurs sources, la plus importante étant certainement constituée par les chlorophénols. L'industrie forestière de la Colombie-Britannique utilise annuellement quelque 700 t de chlorophénols et des études ont démontré que les eaux réceptrices aux abords des scieries sont souvent polluées par les chlorophénols. On sait que les usines de pâte kraft et de papier produisent des TC-2,3,7,8 DD et des TC-2,3,7,8 DF lors du blanchiment au chlore. Étant donné que la colonie de hérons établie à Crofton se nourrit près de l'émissaire de l'usine, il est probable que celle-ci soit la principale source des TC-2,3,7,8 DD décelées dans les oeufs de hérons à cet endroit.

* Service canadien de la faune, Centre national de la recherche faunique, Hull (Québec).

** Service canadien de la faune, Région du Pacifique et du Yukon, Delta (Colombie-Britannique).

En 1987, la colonie de Crofton n'a donné naissance à aucun jeune et les teneurs moyennes en TC-2,3,7,8 DD étaient trois fois plus élevées qu'en 1986. On ne peut carrément affirmer que les fortes teneurs en TC-2,3,7,8 DD ont entraîné la forte baisse de reproduction chez les hérons. En effet, le taux moyen de reproduction du grand héron dans le sud de la Colombie-Britannique a décliné tout au long des dix dernières années. Des études détaillées sont en cours, en collaboration avec des chercheurs de l'Université de la Colombie-Britannique, pour examiner plus à fond les effets possibles de la pollution par les PCDD et les PCDF sur le taux de reproduction du grand héron.

Une étude comparative préalable des teneurs en PCDD et en PCDF dans les sédiments, les poissons et surtout les crabes, qui sont d'excellents bio-indicateurs pour ce type de composés, montre que les chlorophénols constituent probablement la principale source de dioxines chlorées supérieures libérées dans l'environnement en Colombie-Britannique; les usines de pâte kraft sont probablement les sources d'émission les plus importantes de tétrachlorodioxines et de furannes.

Référence

Elliott, J.E., R.W. Butler, R.J. Norstrom et P.E. Whitehead, *Teneurs en dibenzodioxines polychlorées et en dibenzofurannes polychlorés dans les oeufs de grand héron* (Ardea herodias) *en Colombie-Britannique, 1983-87: répercussions possibles sur le succès de la reproduction*, Cahier de biologie nº 176 du Service canadien de la faune, 7 pages (1988).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.J. Norstrom
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-1411

4. ÉTUDE DES PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES: ABBOTSFORD (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

(D. McNaughton)

Introduction

Cette étude des eaux souterraines a été entreprise en 1984 par l'Institut national de recherches en hydrologie de Vancouver, en Colombie-Britannique. Elle porte principalement sur les pesticides présents dans les eaux souterraines de l'aquifère d'Abbotsford, vaste formation alluviale très perméable utilisée pour l'approvisionnement en eau d'Abbotsford et de Clearbrook, et d'un grand nombre de maisons dans les environs. La zone est activement exploitée pour les cultures fruitières et il y a donc utilisation massive de pesticides et d'engrais. Beaucoup de cultures sont irriguées, ce qui, avec les fortes précipitations annuelles, provoque l'entraînement des pesticides qui gagnent les eaux souterraines beaucoup plus facilement que dans les régions agricoles à sol plus aride.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer s'il était possible de déceler des résidus de pesticides dans les eaux souterraines de l'aquifère d'Abbotsford.
2. Établir une relation entre les résultats et l'information hydrogéologique et hydrochimique existante, afin d'établir s'il existe un problème de qualité de l'eau causé par la présence de pesticides dans les eaux souterraines.

Méthode

Il s'agit là d'une étude exploratoire consistant à prélever des échantillons d'eau souterraine dans un certain nombre de puits d'observation. On procède en laboratoire au dosage d'un certain nombre de pesticides. On recueille les échantillons dans les puits en prenant bien soin de ne pas les contaminer. La phase initiale de l'étude a consisté à échantillonner divers puits dans toute la région, et les échantillons ont été confiés à un laboratoire du secteur privé pour le dosage des pesticides. La seconde phase de l'étude portait sur une liste élargie de pesticides, toujours avec utilisation de puits domestiques comme sources d'échantillonnage. Les résultats de cette étude ont révélé la présence de certains pesticides organo-azotés et organophosphorés en teneurs décelables dans l'eau. La troisième phase de l'étude, actuellement en cours, comporte un petit programme de forage de six puits d'observation. Ceux-ci ont été échantillonnés en août 1988.

Comme les teneurs en pesticides généralement décelées sont inférieures à une partie par milliard, il est impérieux de prendre toutes les précautions voulues pour réduire au minimum les risques de contamination des échantillons.

Résultats et discussion

Depuis le début de cette étude, quelques pesticides organo-azotés, organophosphorés et organochlorés, et leurs résidus, ont été décelés en très faibles teneurs dans les puits domestiques. Comme les teneurs décelées sont extrêmement faibles, il n'est pas possible pour l'instant de dire si on est en face d'un problème environnemental et(ou) sanitaire. Les teneurs décelées n'ont jamais dépassé les normes fédérales existantes pour la qualité de l'eau potable.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

D. McNaughton
Institut national de recherche en hydrologie
Environnement Canada
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5735

G. Grove
Institut national de recherche en hydrologie
Environnement Canada
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5741

H. Liebscher
Environnement Canada
502 - 1001 W. Pender Street
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6E 2M7
(604) 666-0807

5. ÉTUDE DES PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES: OSOYOOS (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

(D. McNaughton)

Introduction

Cette étude des eaux souterraines a été entreprise en 1984 par l'Institut national de recherche en hydrologie de Vancouver, en Colombie-Britannique. Elle porte principalement sur les pesticides présents dans les eaux souterraines de l'aquifère d'Osoyoos, vaste formation alluviale très perméable utilisée pour l'approvisionnement en eau d'Osoyoos et de la région environnante. La zone est activement exploitée pour les cultures fruitières et il y a donc utilisation massive de pesticides et d'engrais. Toutes les cultures de l'endroit sont irriguées, ce qui entraîne le lessivage vers l'aval des pesticides appliqués sur les terres.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Déterminer s'il était possible de déceler des résidus de pesticides dans les eaux souterraines de l'aquifère d'Osoyoos.
2. Établir une relation entre les résultats et l'information hydrogéologique et hydrochimique existante, ainsi que l'utilisation actuelle des terres, pour voir s'il existe un problème de qualité de l'eau causé par la présence de pesticides dans les eaux souterraines.

Méthode

Il s'agit d'une étude réalisée en deux étapes. La première, dite exploratoire, a consisté à prélever en 1984 des échantillons d'eau souterraine dans un certain nombre de puits d'observation et de puits domestiques. On a procédé en laboratoire au dosage de divers pesticides. Les échantillons ont été prélevés avec grand soin pour éviter tout risque de contamination.

En 1987, on a procédé à une étude plus approfondie et les puits d'observation ont été à nouveau échantillonnés. On a en plus mesuré le débit des eaux souterraines alimentant le lac Osoyoos par le fond du lac.

Depuis le dernier échantillonnage de 1987, aucun plan précis n'a été élaboré pour la poursuite de l'étude.

Résultats et discussion

Depuis le début de cette étude, on a décelé, en teneurs extrêmement faibles, divers pesticides organo-azotés, organophosphorés et organochlorés, ainsi que des résidus de ces pesticides dans les puits domestiques.

En raison des teneurs extrêmement faibles, il n'est pas possible pour l'instant de dire si on est en face d'un problème environnemental et(ou) sanitaire. Les teneurs décelées n'ont jamais dépassé les normes fédérales existantes pour la qualité de l'eau potable.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

D. McNaughton
Institut national de recherche en hydrologie
Environnement Canada
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5735

G. Grove
Institut national de recherche en hydrologie
Environnement Canada
11 Innovation Boulevard
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5
(306) 975-5741

H. Liebscher
Environnement Canada
502 - 1001 W. Pender Street
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6E 2M7
(604) 666-0807

6. TENEURS EN CERTAINS PESTICIDES DANS LES FOSSÉS D'IRRIGATION S'ÉCOULANT JUSQU'AUX RIVIÈRES DU LOWER MAINLAND EN COLOMBIE-BRITANNIQUE

(M.T. Wan)

Introduction

Une étude d'une durée de trois ans a été entreprise pour mesurer les teneurs résiduelles en pesticides les plus couramment utilisés en agriculture (azinphos-méthyl, diazinon, dinosèbe, endosulfan, fensulfothion) dans les fossés d'irrigation s'écoulant dans le fleuve Fraser et les rivières Nicomekl et Sumas, zones vulnérables pour la pêche.

Objectif

Le principal objectif de cette étude était d'évaluer si les pesticides résiduels présents dans les fossés d'irrigation pourraient avoir des effets sur les invertébrés aquatiques et les salmonidés du Pacifique, avant que ces résidus atteignent les principaux cours d'eau.

Méthode

Des échantillons de sédiments et d'eau ont été prélevés au hasard dans les fossés d'irrigation de cinq sites où:

1. Il y avait des cultures analogues (p. ex., fèves, brocoli, choux, maïs, oignons, petits pois, pommes de terre, fraises).
2. Le dinosèbe avait été utilisé comme défanant au début de mai et à la mi-juin, et où l'azinphos-méthyl, le diazinon, l'endosulfan et le fensulfothion avaient été appliqués comme insecticides en juillet et août.
3. Les fossés d'irrigation s'écoulaient, soit individuellement, soit collectivement dans le fleuve Fraser et les rivières Nicomekl et Sumas.
4. Les cultures se trouvaient à 3 m ou moins des fossés.
5. Les fossés renfermant de l'eau avaient en moyenne une largeur de 1,5 m et une profondeur de 0,5 m.

Résultats et discussion

En 1985, ni l'azinphos-méthyl, ni le diazinon, ni l'endosulfan, ni le fensulfothion n'ont été décelés dans l'eau des fossés d'irrigation d'aucun des sites à la limite de détection de 1 µg/l. Par contre, le dinosèbe était systématiquement présent dans l'eau des fossés de quatre sites, avec une teneur moyenne de 4,9 µg/l (plage de 0,3 à 18,6 µg/l).

À l'automne de 1986, le dinosèbe n'a été décelé qu'une fois (5,0 µg/l) et à un seul site. Aucun résidu d'endosulfan n'avait été décelé dans l'eau en 1985. Toutefois, en 1986, on en a détecté à l'un des sites peu après son application sur une superficie de 0,5 ha. La teneur moyenne atteignait 1530 µg/l ± 476 µg/l (erreur type).

En 1985, de faibles teneurs en azinphos-méthyl, diazinon, dinosèbe, endosulfan et fensulfothion résiduels allant de 2 à 10 µg/kg, ont été décelées dans les sédiments des fossés d'irrigation de deux des sites étudiés. Des résidus d'endosulfan étaient présents dans les sédiments des fossés des cinq sites étudiés. La teneur moyenne variait de 135 à 652 µg/kg.

En 1987, nous avons constaté la présence de résidus de dinosèbe et d'endosulfan dans deux autres fossés, en teneurs variant entre 135 et 652 µg/kg.

Conclusions

Des résidus d'azinphos-méthyl, de diazinon, de dinosèbe, d'endosulfan et de fensulfothion ont été décelés dans les fossés d'irrigation rejoignant le fleuve Fraser ainsi que les rivières Nicomekl et Sumas. Les teneurs dans l'eau et les sédiments étaient variables, mais semblaient plus élevées pendant les périodes de fortes précipitations. Les mesures ont montré que les teneurs en pesticides, par exemple en endosulfan, dans l'eau des fossés, peu après leur application,

dépassaient la TL_{50}-96 h chez les poissons et les invertébrés aquatiques. On ignore pour l'instant quels sont les effets de la présence de pesticides en faibles teneurs dans l'eau et les sédiments des fossés d'irrigation sur les salmonidés et les invertébrés aquatiques.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement
Région du Pacifique
Kapilano 100, Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2
(604) 666-3111

7. ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ AIGUË, POUR LES JEUNES SALMONIDÉS DU PACIFIQUE, DE L'HEXAZINONE ET DE SES FORMULATIONS PRONONE 10G, VELPAR® L, ET LEURS VÉHICULES

(M.T. Wan, D.J. Moul et R.G. Watts)

Introduction

L'hexazinone (3-cyclohexyl-6-(diméthylamino)-1-méthyl-1,3,5-triazine-2,4(1H, 3H)-dione) est un herbicide à large spectre fabriqué par E.I. Du Pont de Nemours & Company. Les formulations Pronone 10G et Velpar® L sont des herbicides non sélectifs utilisés pour éliminer les plantes indésirables. L'utilisation de ces herbicides pour éliminer la végétation de brousse dans les forêts côtières de Colombie-Britannique peut provoquer l'entrée d'hexazinone dans les masses d'eau servant d'habitat à des salmonidés.

Objectif

Cette étude visait à évaluer la toxicité aiguë de l'hexazinone et de ses formulations et leurs véhicules pour les jeunes salmonidés du Pacifique.

Résultats et discussion

L'hexazinone (TL_{50}-96 h, 276 mg/l) est significativement plus toxique pour les salmonidés que les formulations Pronone 10G et Velpar® L, dont la TL_{50}-96 h est de respectivement 1686 mg/l et 904 mg/l. Les résultats semblent indiquer que les véhicules dans ces deux produits n'étaient que faiblement toxiques pour les jeunes salmonidés.

La toxicité de l'hexazinone pour les salmonidés est par ordre croissant: saumon quinnat, saumon nerka (ou sockeye), saumon kéta, truite arc-en-ciel, saumon coho et saumon rose. Dans le cas du Velpar® L, la toxicité augmentait dans l'ordre suivant: saumon quinnat, saumon kéta, saumon rouge, saumon coho, truite arc-en-ciel, saumon rose.

Bien que la toxicité de l'hexazinone pour les jeunes salmonidés du Pacifique ne soit pas aussi élevée que celle de l'ester triclopyr (TL_{50}-96 h, 0,7 mg/l), ce composé peut néanmoins avoir des effets indirects sur les poissons. Après application au taux homologué de 4,0 kg de principe actif par hectare, l'hexazinone a persisté dans l'environnement boréal pendant plus de 500 jours.

Au même taux d'application, l'hexazinone a eu des effets sur la végétation jusqu'à 100 m au-delà du site d'épandage en raison de sa mobilité dans les sols et de son entraînement par le ruissellement de surface. Cet herbicide pourrait donc nuire à la végétation bordant les cours d'eau, et même détruire un habitat de haute importance pour le saumon.

Conclusions

Cette étude biologique montre que l'hexazinone est toxique pour les jeunes salmonidés du Pacifique. Cet herbicide est plus toxique que les formulations correspondantes, à savoir: Pronone 10G et Velpar® L. Les véhicules utilisés dans ces deux produits semblent peu toxiques pour les salmonidés. En fait, ils semblent au contraire atténuer la toxicité de l'hexazinone. On ignore actuellement quels sont les effets toxiques des produits de transformation de l'hexazinone sur les jeunes saumons. Cependant, en raison de sa mobilité et de sa persistance, l'hexazinone a le pouvoir de détruire la végétation bordant une rivière et dans laquelle le saumon se réfugie.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement
Région du Pacifique
Kapilano 100, Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2
(604) 666-3111

PROGRAMME POUR LES PESTICIDES AU CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE FAUNIQUE (CNRF), HULL (QUÉBEC)

1. ÉTUDE GÉNÉRALE DES ENROBAGES DE SEMENCES PAR RAPPORT AU DANGER QU'ILS PRÉSENTENT POUR LES OISEAUX ET AUTRES ESPÈCES FAUNIQUES

(G.A. Fox)

Introduction

Les semences enrobées de pesticides, tout comme les insecticides en granules, constituent des formes hautement concentrées de produits chimiques toxiques que les oiseaux et d'autres espèces fauniques peuvent facilement ingérer si les semences sont laissées à la surface du sol. Depuis le début des années 1960, les cas de morts massives d'oiseaux les mieux documentés en Grande-Bretagne et aux États-Unis ont été attribués aux semences enrobées d'insecticides. En 1985, une superficie estimée à 3 000 000 ha pour les trois provinces des Prairies a été ensemencée avec du colza canola et du blé traités au lindane. Cela représente un grand danger pour les oiseaux migrateurs qui se reproduisent dans les Prairies ou qui les traversent à l'époque de l'ensemencement. Il arrive souvent que les oiseaux migrateurs se nourrissent et se reposent dans ces champs.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Obtenir et étudier la documentation existante et les rapports non publiés traitant des principaux problèmes fauniques liés à l'utilisation de produits mercuriels, de cyclodiène, d'organophosphorés, de carbamates et d'autres enrobages de semences depuis le milieu des années 1950.
2. Caractériser les espèces menacées, les conditions résultant de l'exposition, le type de toxicité et les autres facteurs contribuant au danger.
3. Incorporer les résultats obtenus dans un protocole d'évaluation des enrobages de semences et dans des directives toxicologiques pour la protection de l'environnement.

Méthode

On a réuni et examiné la documentation existante et les rapports non publiés traitant du danger des enrobages de semences pour les oiseaux et autres espèces fauniques. De plus, l'étude de la documentation agricole a permis d'obtenir l'information concernant l'efficacité d'ensemencement avec la machinerie utilisée aujourd'hui dans les Prairies.

Résultats et discussion

On a réuni et étudié une documentation abondante sur les dangers et problèmes liés à l'utilisation de produits mercuriels, de cyclodiène, d'organophosphorés, de carbamates et d'autres enrobages de semences dans l'hémisphère nord. Un examen préalable de ces rapports montre que:

1. Les semences enrobées d'insecticides laissées sur le sol sont consommées par une grande variété d'oiseaux et peuvent entraîner leur mort et par la suite empoisonner les rapaces, selon la toxicité du principe actif.
2. L'exposition (c.-à-d. la présence de semences traitées à la surface du sol) est sans conteste la variable la plus importante du danger. La seule information sur l'efficacité de l'incorporation des semences dans le sol provient de la Grande-Bretagne (années 1960 et début des années 1970) et de la Suède (1965). L'équipement employé alors n'est cependant pas du tout comparable à la machinerie actuellement utilisée dans les Prairies.

Le seul moyen d'évaluer les dangers que présentent les produits d'enrobage existants ou nouveaux est de déterminer le nombre de semences enrobées nécessaire pour tuer un oiseau ou un petit mammifère. Il n'existe en effet aucune mesure pertinente de la quantité de graines laissées à l'air libre. Il est évident qu'un certain degré d'incorporation des semences dans le sol est nécessaire pour un rendement satisfaisant. Il se pourrait toutefois que le degré requis n'assure pas la protection de la faune.

Les travaux se poursuivent. Ils viseront à évaluer dans quelle mesure les pratiques agricoles utilisées dans les Prairies canadiennes permettent une bonne incorporation des semences dans le sol. Une fois cette information obtenue, on terminera l'évaluation du danger et on préparera les rapports et les protocoles d'évaluation.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: G.A. Fox
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-6076

2. ÉTUDE DES INSECTICIDES GRANULAIRES UTILISÉS AU CANADA ET DU DANGER QU'ILS PRÉSENTENT POUR LES OISEAUX

(P. Mineau et B.T. Collins)

Introduction

Les préparations granulaires d'insecticides sont largement utilisées au Canada et souvent sur d'immenses superficies. Chaque granule contient une quantité relativement importante de principe actif; les oiseaux et d'autres espèces fauniques sont exposés à ces granules de diverses façons et, de fait, picorent ceux qui ne sont pas bien incorporés dans le sol. De nombreux cas d'empoisonnement ont été signalés au Canada et dans d'autres pays.

Objectif

L'objectif de ce projet était d'étudier les données et les faits propres au Canada ou pertinents à la situation canadienne, de telle façon qu'une stratégie et(ou) des mesures correctives puissent être mises en oeuvre pour évaluer et réduire la gravité de ce problème.

Méthode

Pour établir un scénario de danger, on a fait appel à plusieurs sources d'information:

1. Mode d'utilisation apparaissant sur l'étiquette du pesticide et directives provinciales à l'intention des exploitants agricoles.
2. Enquêtes auprès d'exploitants agricoles et de titulaires d'enregistrement pour déterminer les quantités utilisées.
3. Dossiers non publiés sur les morts massives d'animaux constitués par les autorités fédérales et provinciales ainsi que par les centres vétérinaires de diagnostic.
4. Enquêtes conduites par les titulaires d'enregistrement dans le cadre d'applications contrôlées de pesticides.
5. Documents publics sur les cas de morts massives d'animaux et sur les aspects agronomiques de l'application d'insecticides granulaires.

Résultats et discussion

Les faits saillants de l'analyse ont été publiés dans le compte rendu d'une conférence sur les méthodes d'étude sur le terrain pour évaluer les effets des pesticides sur l'environnement, organisée par le British Crop Council et qui s'est tenue à Cambridge, en Angleterre, en mars 1988.

En résumé, deux domaines d'application d'insecticides granulaires doivent être examinés en priorité étant donné les quantités massives utilisées dans les deux cas et les effets possibles sur la faune. Il s'agit de l'extermination des altises du colza canola, dans l'ouest du Canada, et du traitement du maïs, dans le sud de l'Ontario.

Le traitement du colza pour exterminer les altises se fait alors qu'un grand nombre d'oiseaux chanteurs nichant dans l'Arctique traversent les Prairies. On a déjà signalé la mort d'un grand nombre de bruants lapons, mais il se peut que cet incident soit dû à la négligence d'un exploitant agricole qui aurait mal utilisé le produit. Après analyse du danger, un contrat a été passé avec l'Alberta Farm Machinery Research Centre pour étudier l'efficacité de divers types de machines agricoles utilisées dans les Prairies pour incorporer les insecticides dans le sol.

L'emploi d'insecticides granulaires pour exterminer la tisseuse des racines du maïs est l'autre domaine d'application dont on doit se préoccuper au Canada. D'après des études effectuées aux États-Unis dans des conditions semblables à celles que l'on retrouve en Ontario, et d'après des enquêtes sur l'utilisation d'insecticides granulaires pour les cultures de maïs dans cette province, on estime au bas mot qu'entre 200 mille et 1 million d'oiseaux sont morts entre 1980 et 1985 à cause de l'application de tels produits. La plupart seraient de petits oiseaux chanteurs territoriaux, granivores ou insectivores. Les engrais granulaires seraient aussi indirectement responsables de la mort d'un grand nombre de nécrophages.

D'après les données recueillies dans la documentation et par modélisation numérique, il ressort que les morts massives d'oiseaux ne peuvent probablement pas être décelées par une surveillance occasionnelle sur le terrain (cette analyse est également publiée dans le compte rendu de la conférence précitée). L'absence de rapports signalant la mort d'oiseaux en Ontario ne permet donc pas de mettre en doute le nombre d'oiseaux tués avancé précédemment.

Il semble qu'un certain taux de mortalité est inévitable si on considère la machinerie agricole utilisée aujourd'hui et la grande toxicité des engrais granulaires préférés par les exploitants. Eu égard à l'important taux de mortalité qu'on semble observer actuellement chez la faune, du moins dans les champs de maïs, il apparaît tout à fait justifié d'évaluer le bien-fondé de l'utilisation de ces préparations à des fins agricoles, et de les remplacer par des produits moins nocifs chaque fois que c'est possible.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: P. Mineau
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-3045

3. RÉSIDUS DE DIAZINON DANS LES AIRES GAZONNÉES

(P. Mineau)

Introduction

On sait que l'application de diazinon à l'état liquide ou granulaire sur les aires gazonnées est à l'origine de la mort d'oiseaux, et en particulier d'espèces aquatiques qui sont attirées par le gazon et qui s'y nourrissent. Ces morts seraient fréquentes et ne feraient généralement pas l'objet d'un rapport; dans certains cas, le nombre d'oiseaux morts serait très élevé. Par exemple, on estime à 700 le nombre de bernaches cravants mortes à la suite d'une seule application de diazinon sur un terrain de golf dans l'État de New York.

Étant donné qu'une importante proportion des oiseaux ainsi tués sont des espèces aquatiques migratrices originaires du Canada, et que cela représente un important test pour la protection de la faune, le Service canadien de la faune a collaboré étroitement avec l'EPA (Environmental Protection Agency, États-Unis), pour constituer la meilleure cause possible face à une contestation en Cour par le fabricant.

Objectifs

Comme on a suggéré qu'un abaissement du taux d'application atténuerait les problèmes relatifs à la faune, il était très important d'étudier les teneurs résiduelles pour divers taux d'application.

La principale contribution du Service canadien de la faune à la cause consistait en une analyse serrée de toutes les données existantes sur les teneurs résiduelles en diazinon dans le gazon et dans d'autres milieux, de façon à pouvoir calculer le danger pour les oiseaux.

Méthode

On s'est servi de toutes les sources d'information possibles. La masse des données provenait d'études non publiées, effectuées par des compagnies. Dans la plupart des cas, les données brutes ont été réanalysées, car on avait décelé de graves erreurs au niveau de la méthodologie.

Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse ont été présentés en détail dans un rapport qui a servi de preuve technique devant la Cour fédérale des États-Unis.

Les données montraient que les taux les plus faibles proposés (taux expérimentaux bien inférieurs à ceux actuellement stipulés sur les étiquettes au Canada et aux États-Unis) étaient encore assez élevés pour laisser des résidus létaux dans l'herbe (les taux de mortalité mesurés ultérieurement lors d'essais sur le terrain ont permis de vérifier cette observation), et que le diazinon ne pouvait être utilisé sans danger sur les aires gazonnées aux taux considérés actuellement comme efficaces.

À la suite de cette démarche et d'autres témoignages, le diazinon n'a plus été utilisé sur les terrains de golf, ni chez les producteurs de gazon aux États-Unis. D'autres aires gazonnées font actuellement l'objet d'études pour évaluer le danger encouru par les oiseaux aquatiques ainsi que les oiseaux chanteurs qui peuvent se nourrir d'invertébrés contaminés.

On ignore pour l'instant l'étendue réelle de la mortalité provoquée par l'utilisation du diazinon au Canada. Jusqu'ici, des morts d'oiseaux ont été signalées en Colombie-Britannique et en Ontario. Le taux de mortalité est peut-être moins élevé qu'aux États-Unis en raison notamment des différences climatiques, des habitudes migratoires différentes des oiseaux aquatiques et des degrés d'infestation moindres. Le Service canadien de la faune est en train de recueillir de l'information sur tous ces facteurs.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: P. Mineau
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-3045

4. EFFETS TOXIQUES DES PESTICIDES À BASE D'ORGANOPHOSPHORÉS ET DE CARBAMATES SUR LES OISEAUX

(S. Kennedy et S. Trudeau)

Introduction

Les pesticides à base d'organophosphorés et de carbamates sont des inhibiteurs de la cholinestérase largement utilisés dans les secteurs agricoles et forestiers. Leur application dans des habitats fauniques est à l'origine de la mort d'un grand nombre d'oiseaux. La cause de ces morts d'oiseaux est généralement diagnostiquée par la mesure de l'activité de la cholinestérase (ChE) cérébrale. L'exposition sublétale aux pesticides à base d'organophosphorés et de carbamates est évaluée grâce à la mesure de l'activité de la ChE plasmatique, beaucoup plus facile et moins coûteuse à réaliser que la mesure des teneurs résiduelles en pesticides. Les méthodes de mesure de la ChE employées au Centre national de la recherche faunique (CNRF) avant le présent projet ne permettaient pas, toutefois, de faire la distinction entre l'empoisonnement aux organophosphorés et celui aux carbamates, et elles nécessitaient la congélation des échantillons de plasma sur le terrain.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Évaluer l'efficacité d'une méthode de réactivation de la ChE cérébrale utilisée en Grande-Bretagne (Martin et coll., *Bull. Environ. Contam. Tox., 26*: 775 (1981)) pour distinguer l'inhibition de la cholinestérase induite dans le cerveau des oiseaux par les organophosphorés de celle induite par les carbamates.

2. Mettre au point une méthode pour conserver le sang d'oiseaux sur un papier-filtre en prévision de la mesure de l'activité de la cholinestérase, et évaluer la possibilité d'appliquer cette méthode au prélèvement d'échantillons de sang d'oiseaux sur le terrain.

3. Effectuer des analyses de la cholinestérase sur des échantillons de cerveau et de plasma d'oiseaux prélevés sur le terrain.

Méthode

1. *Filtration sur gel - réactivation à la 2-PAM.* - Martin et coll. (1981) ont montré que l'empoisonnement des oiseaux causé par les organophosphorés peut parfois être distingué de celui provoqué par les carbamates grâce à la comparaison des effets de la filtration sur gel et de la pyridine-2-aldoxime (2-PAM) sur la réactivation de l'activité de la ChE cérébrale (mesurée par la méthode Ellman, *Biochem. Pharmacol. 7*: 88 (1961)). La filtration sur gel réactive rapidement la ChE inhibée par les carbamates, alors qu'elle ne réactive que très lentement, ou pas du tout, la ChE inhibée par les organophosphorés. Inversement, la 2-PAM réactive parfois la ChE inhibée par les organophosphorés, mais non celle inhibée par les carbamates. Des modifications mineures ont été apportées aux méthodes de Martin et coll. (1981) (pour faciliter l'analyse de l'activité des ChE cérébrale et plasmatique dans les mêmes conditions réactionnelles), puis elles ont été utilisées pour l'analyse des ChE cérébrale et plasmatique chez des cailles du Japon ayant reçu des doses de diazinon et de chlorpyrifos (des organophosphorés) et de carbofurane (un carbamate). Les résultats de ces expériences ont servi à évaluer la possibilité d'utiliser régulièrement ces méthodes au CNRF.

2. *Conservation de sang d'oiseaux sur papier-filtre.* - On a sacrifié des cailles du Japon pour recueillir le sang d'oiseaux témoins et de sujets ayant reçu des doses de chlorpyrifos et de carbofurane. Le plasma a été extrait par centrifugation et congelé; des fractions de 20 à 50 µl de sang entier de chaque oiseau ont été déposées sur de petits disques de papier-filtre. Une fois le sang séché, les disques ont été conservés dans différentes conditions (p. ex., laissés à la température de la pièce pendant plusieurs jours avant leur congélation; réfrigérés durant plusieurs jours avant leur congélation; congelés immédiatement; etc.). Après le prélèvement du sang, on a élué périodiquement à l'aide d'eau une fraction de la ChE fixée au papier-filtre, pour ensuite mesurer l'activité de la ChE selon la méthode décrite par Eriksson et Faijersson (*Clin. Chim. Acta., 100*: 165 (1980)). On a ensuite comparé les activités de la ChE dans les éluats des papiers-filtres et celles de la ChE dans le plasma congelé (méthode Ellman). Les résultats ont servi à évaluer la possibilité d'utiliser sur le terrain la technique de conservation sur papier-filtre.

3. *Activité de la ChE dans des échantillons de cerveau et de plasma d'oiseaux prélevés sur le terrain.* - Ici, la méthode Ellman a été employée pour: a) cerveau de 22 bernaches du Canada, 1 faucon pélerin, 2 crécerelles d'Amérique et 1 tourterelle triste; b) plasma de 2 hiboux à aigrettes longues, 17 éperviers bruns, 2 crécerelles d'Amérique et des buses à queue rousse.

Résultats et discussion

1. *Filtration sur gel - réactivation à la 2-PAM.* - Les expériences ont confirmé les résultats de Martin et coll. (1981). Les ChE plasmatique et cérébrale, inhibées par le carbofurane, ont été réactivées par la filtration sur gel mais non par la 2-PAM. Par contre, les ChE plasmatique et cérébrale, inhibées par le chlorpyrifos, n'ont pas été réactivées par la filtration sur gel, mais l'ont été par la 2-PAM. La ChE inhibée par le diazinon n'a pas été réactivée autant par la 2-PAM que la ChE inhibée par le chlorpyrifos, mais les résultats correspondaient à ceux prévisibles pour un organophosphoré et non un carbamate (autrement dit, une certaine réactivation avec la 2-PAM, mais aucune dans le cas de la filtration sur gel). Cette méthode peut servir à distinguer entre les morts d'oiseaux causées par les organophosphorés et celles provoquées par les carbamates. Elle est très facile à appliquer et peut maintenant être utilisée couramment au CNRF pour l'analyse d'échantillons d'oiseaux prélevés sur le terrain, qui ont présumément été exposés à des pesticides. Cependant, les résultats de plusieurs groupes (et certains de nos propres résultats préliminaires) montrent que la technique ne convient pas toujours. Elle ne peut remplacer l'analyse des produits chimiques résiduels. Les résultats de cet essai très simple peuvent en revanche indiquer s'il faut procéder au dosage des organophosphorés ou des carbamates résiduels.

2. *Conservation du sang d'oiseaux sur papier-filtre.* - Les résultats ont montré que la ChE du sang des cailles du Japon est extrêmement stable sur le papier-filtre. Les activités de la ChE normale et de la ChE inhibée par le carbofurane et le chlorpyrifos sont demeurées constantes pendant plusieurs mois après le prélèvement, quelles que soient les conditions de conservation. Malheureusement, le degré d'inhibition de la ChE causé par les deux pesticides était sensiblement moindre que celui mesuré dans le plasma congelé. La technique présente donc le risque de donner des résultats faussement négatifs et, pour le moment, elle ne se prête pas aux essais sur le terrain.

3. *Activité de la ChE dans des échantillons de cerveau et de plasma d'oiseaux prélevés sur le terrain.* - Dans notre laboratoire, l'activité normale de la ChE cérébrale chez la bernache du Canada est d'environ 14 U/g (unités d'enzyme par gramme de tissu cérébral). Or, cette activité dans le cerveau de 21 bernaches sur 22, probablement empoisonnées par le diazinon, variait de 1,5 à 6,8 U/g, ce qui correspondrait à leur exposition à un inhibiteur de la ChE (elles avaient été trouvées mortes sur des terrains de golf traités au diazinon). Les activités des ChE plasmatique et cérébrale chez les crécerelles d'Amérique étaient normales (comparativement aux témoins). On ne disposait pas de valeurs témoins pour les autres espèces, mais aucune ne semblait gravement atteinte.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: S. Kennedy
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-6077

---

5. OBTENTION DE BASES DE DONNÉES POUR PROTÉGER LES ESPÈCES MENACÉES ET EN DANGER D'EXTINCTION CONTRE LE DANGER POSÉ PAR LES PESTICIDES

(K.M. Loyd, C. Downes et H. Dewar)

Introduction

La protection des espèces menacées ou en danger d'extinction contre les pesticides utilisés au Canada n'a été étudiée ni en profondeur, ni de façon systématique lors du processus d'enregistrement des pesticides. Beaucoup de ces espèces vivent dans des régions où l'on utilise des pesticides. Elles sont donc menacées soit par l'action toxique directe des pesticides soit par leurs effets indirects sur l'habitat crucial pour une espèce. On ignore quelle est actuellement l'étendue du problème.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Caractériser les espèces menacées et en danger d'extinction dont les habitats se trouvent dans des zones d'utilisation de pesticides.

2. Caractériser et classer les pesticides utilisés dans ces zones et les modes d'utilisation des produits qui peuvent menacer, jusqu'à l'extinction, une espèce.

3. Caractériser les besoins en recherche et en surveillance, ainsi que les stratégies en matière de réglementation et autres, qui permettraient d'atténuer le problème.

Lors de la première année d'étude, on ne s'est intéressé qu'au premier de ces objectifs.

Méthode

Des données ont été réunies sur la distribution et les caractéristiques biologiques de toutes les espèces désignées par le Comité sur le statut des espèces menacées d'extinction au Canada. Les sources d'information comprenaient aussi bien de la documentation publiée que des données non publiées extraites de travaux scientifiques sur chaque espèce. Pour mettre au point et expérimenter la méthode, on s'est servi d'un prototype comprenant 22 de ces espèces. La distribution de chacune d'entre elles a été cartographiée sur le système d'information géographique SPANS; les caractéristiques biologiques de chaque espèce (type d'habitat et de nourriture, facteurs limitatifs, effectifs, etc.) étaient entrées dans une autre base de données informatiques.

Pour déterminer les zones d'utilisation de pesticides donnés, on a fait appel aux données relatives à la répartition de diverses cultures. Les données pour 86 cultures, réunies au niveau de la subdivision de recensement consolidée, ont été obtenues à partir du Recensement de l'agriculture réalisé en 1986 par Statistique Canada. Cette information a également été cartographiée à l'aide du système SPANS.

Pour caractériser les espèces dont les distributions coïncident avec celles de cultures particulières, et qui peuvent donc être menacées par l'utilisation d'un pesticide approprié à une culture donnée, on a employé le système SPANS pour superposer les zones cartographiées représentant la distribution des espèces et celle des cultures. Ce processus ne constitue qu'un tri initial des espèces qui permettra, à l'aide de la base de données biologiques sur chaque espèce, de préciser la liste des espèces les plus menacées.

Résultats et discussion

L'utilisation du prototype a permis de déterminer si l'information existante était suffisante et si d'autres recherches s'imposaient. Dans la plupart des cas, les données relatives aux cultures se rapportaient à des districts de recensement beaucoup trop vastes et, par conséquent, étaient peu utiles. Dans la prochaine phase du projet, on devrait faire appel à des données correspondant à un niveau de recensement plus restreint. Mieux encore, les données réunies devraient permettre de réduire la taille de chaque subdivision de recensement aux zones où on pratique effectivement l'agriculture. Pour certaines espèces, en particulier chez les mammifères et les oiseaux, on a caractérisé des territoires très étendus. Dans ces cas, le système d'information géographique ne sera peut-être pas très utile pour dépister les espèces possiblement menacées. Une information détaillée sur l'habitat serait probablement beaucoup plus efficace. Les données relatives à la distribution des espèces ont été obtenues sous divers formats, et leur conversion en un format compatible avec le système SPANS a été une tâche ardue. On devrait vivement encourager les biologistes à constituer leur base de données sous un format cohérent.

Les législations provinciales sur la protection des espèces menacées et en danger d'extinction ont été réunies pour permettre d'élaborer des stratégies visant à atténuer le risque. La réglementation actuelle dans la plupart des provinces est insuffisante pour protéger les espèces menacées et en danger d'extinction.

Le Comité sur le statut des espèces menacées d'extinction modifie chaque année, par des ajouts ou des suppressions, la liste des espèces menacées et en danger d'extinction. Il faudra donc mettre à jour annuellement les bases de données. Celles-ci peuvent aussi servir à d'autres fins (p. ex., évaluation des effets sur l'habitat) et pourraient être utilisées pour caractériser les dangers autres que ceux posés par les pesticides pour les espèces menacées et en danger d'extinction.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Karen Lloyd
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-6077

---

6. OBTENTION DE BASES DE DONNÉES SUR L'UTILISATION PAR LA FAUNE D'HABITATS EN TERRITOIRES AGRICOLES

(K. Freemark)

Introduction

Pour identifier et interpréter la signification écotoxicologique des effets des pesticides sur la faune canadienne et être en mesure de fournir conseils et directives afin d'empêcher ou d'atténuer ces effets, il faut élaborer pour le Canada des bases de données sur l'utilisation par la faune d'habitats pouvant être exposés aux pesticides utilisés en agriculture.

De 1986 à 1987, des bases de données ont été constituées pour permettre d'évaluer le danger potentiel posé par les pesticides pour la faune des régions rurales et ses habitats. L'utilisation par la faune d'habitats situés en territoires agricoles dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent a été étudiée dans le cadre d'un projet type devant servir pour d'autres régions du Canada. On s'est tout particulièrement intéressé aux terres cultivées et aux habitats contigus ainsi qu'aux oiseaux et à leurs modes d'utilisation de ces terres. Soixante-dix types d'habitats propres aux zones agricoles ont été caractérisés à partir d'études sur le terrain et d'information tirée de la documentation. Parmi ces habitats, il y a ceux qui sont régulièrement exposés aux pesticides comme les champs de maïs, de soja, de blé, de luzerne, de pommes de terre, les plantations de pommiers et les servitudes, et d'autres où l'homme intervient moins comme les pâturages, les haies, les boisés et les terres humides. La surface en hectares par district de recensement et pour l'ensemble de la région a été obtenue pour chaque type de culture à partir du Recensement de l'agriculture réalisé en 1981 par Statistique Canada.

La documentation scientifique a permis de constituer une base de données sur la période et le degré d'utilisation de ces habitats par la faune, ainsi que sur la nature des activités (alimentation, perché, nidification). Bien que cette base de données ait été largement constituée à partir d'études étatsuniennes, l'information devrait généralement convenir pour la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent où les pratiques agricoles et les cultures sont comparables.

Objectifs

Les objectifs de cette étude étaient d'améliorer les méthodes et de réunir des données pour pouvoir évaluer les dangers que l'exposition aux pesticides fait courir à la faune et à ses habitats dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent, en territoire canadien.

Méthode

On a réuni les données relatives à l'utilisation de chaque type d'habitat par la faune et on a analysé les résultats pour l'obtention de fiches signalétiques des guildes alimentaires pour des cultures sélectionnées.

Résultats et discussion

Dans ce projet, la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent correspond à l'écozone de plaines de forêts mixtes (PFM) des Rapports complémentaires sur l'état de l'environnement (Environnement Canada, 1986, Statistique Canada, 1986). Cette écozone couvre $19{,}5 \times 10^6$ ha. L'application de pesticides, la fragmentation de l'habitat, la pollution de l'environnement et le trafic routier très dense représentent des contraintes significatives qui s'exercent sur la faune qui l'habite.

Les terres agricoles constituent 41 p. 100 de cette écozone. Le reste est composé de forêts, de zones habitées, de terres exploitées pour l'extraction de ressources non renouvelables, de terres humides et de masses d'eau douce. Les terres agricoles comprennent les terres rurales non exploitées, les terres cultivées, les pâturages aménagés, les pâturages naturels, les terres en jachère l'été, les terres humides, les zones de broussailles et les terres boisées. L'exploitation agricole moyenne occupe une superficie de 70 ha. En 1980, $2{,}3 \times 10^6$ ha des terres agricoles (29 p. 100 du total) de cette écozone ont été traitées avec des herbicides, et $0{,}5 \times 10^6$ ha (6 p. 100 du total) avec des insecticides. Comparativement à 1970, cela représentait une augmentation de 80 p. 100 de la superficie traitée aux herbicides, et de 63 p. 100 de la superficie traitée aux insecticides. En 1980, des pesticides ont été appliqués sur plus de 50 p. 100 des terres agricoles du sud de l'Ontario.

Les pesticides peuvent influer directement ou indirectement sur la répartition ou la survie de la faune et de ses habitats dans les zones agricoles de cette région, en raison de l'emploi généralisé de pesticides ou du spectre d'activité biologique étendu de ces produits. Des profils ont été élaborés pour chaque type d'habitat afin d'évaluer les dangers d'exposition de la faune aux pesticides. Rien que sur les terres cultivées, 118 espèces d'oiseaux et 7 espèces de mammifères peuvent être exposées. La répartition des espèces d'oiseaux selon la guilde alimentaire (p. ex., insectivore, granivore, omnivore) variait à l'intérieur de cultures choisies (luzerne, pommes, maïs, pommes de terre et soja).

Les données relatives à la faune peuvent être associées aux données sur les superficies cultivées pour quantifier le danger posé par l'emploi de pesticides en agriculture. On a examiné la possibilité d'exploiter le système d'information géographique et les bases de données sur l'utilisation des terres pour déterminer l'étendue et la configuration spatiale des habitats dans un échantillon de sites régionaux. Les bases de données sur l'utilisation des terres ne sont pas assez détaillées pour servir à l'analyse des diverses combinaisons d'habitats ainsi qu'à l'évaluation précise du danger d'exposition des espèces

fauniques et de leurs habitats. Il existe très peu d'information sur l'utilisation par la faune de terres cultivées autres que celles exploitées pour le maïs, le soja, le blé, l'avoine et le foin cultivé. Il faudra effectuer des recherches à caractère plus fondamental sur les habitats agricoles (en particulier les cultures légumières et fruitières), si on veut obtenir une méthode qui permettra d'évaluer globalement les effets des pesticides sur la faune. Pour combler cette carence, des travaux ont été entrepris en 1987 sur le terrain en Ontario, sur des cultures choisies.

Les recherches pourraient également servir à déterminer la préférence des espèces pour les terres non labourées par opposition aux terres labourées de façon classique, vu que les pratiques culturales conservatrices du sol devraient de plus en plus s'imposer au Canada. L'exposition de la faune aux pesticides habituellement utilisés dans les champs non labourés peut entraîner de graves problèmes en raison de la plus forte densité d'oiseaux qu'on y trouve et de la plus grande variété d'espèces qui les fréquentent en période de reproduction, comparativement aux champs contenant moins de déchets de cultures. Il faut également déterminer comment l'exposition de la faune aux pesticides utilisés en agriculture peut se trouver modifiée par les caractéristiques suivantes du site: existence d'un habitat cultivé ou non cultivé; distance qui sépare les terres cultivées des zones non cultivées; possibilité de nicher dans des endroits protégés; présence de ressources alimentaires comme des invertébrés, des céréales perdues, des graines de mauvaises herbes et des petits mammifères. L'utilisation des pesticides dans les régions étudiées doit être examinée de façon à pouvoir évaluer l'état du milieu avant l'application des pesticides, et ainsi quantifier les effets secondaires que les produits chimiques auraient déjà pu avoir sur ce milieu.

Les résultats ont été présentés à la réunion annuelle de la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) et on s'est dit persuadé qu'ils seraient largement utilisés dès leur publication. La base de données sera élargie et l'information diffusée en 1988-1989.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Mme K. Freemark
Centre national de la recherche faunique
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-6073

---

7. ÉLABORATION DE DIRECTIVES PERMETTANT D'ÉVALUER LA TOXICITÉ DES PESTICIDES POUR LES VÉGÉTAUX AUTRES QUE CEUX VISÉS

(K. Freemark et P. MacQuarrie)

Introduction

Environnement Canada estime que l'application de pesticides peut mettre en danger les organismes non visés de même que leurs habitats, soit parce qu'ils se trouvent directement exposés au produit ou que l'application a été mal dirigée, ou encore parce que le produit a été entraîné hors de la zone à traiter par le vent, le ruissellement ou le lessivage.

On a pu montrer, par exemple, que les herbicides nuisaient à la reproduction des oiseaux en modifiant profondément leur habitat. Un exemple révélateur bien documenté est la diminution observée chez la population de perdrix grises (*Perdix perdix*) dans la campagne anglaise (G.R. Potts, *Adv. Ecol. Res., 8*: 2-79 (1980)). Des expériences ont montré que l'utilisation d'herbicides pour l'élimination des mauvaises herbes latifoliées dans les champs de céréales avaient réduit les populations d'insectes dont les perdrix sont friandes au point d'entraîner la baisse du taux de survie observée chez les poussins. Des expériences en duplicata, faites à grande échelle, avec témoins, ont révélé que la taille des couvées et, par conséquent, le taux de survie des poussins, étaient significativement plus élevés en bordure des champs de céréales, c'est-à-dire là où l'herbicide n'était pas parvenu (M.W.R. Rands, *J. Appl. Ecol., 22*: 49-54 (1985)).

Bien que l'on ne possède pas suffisamment de données pour pouvoir établir une corrélation directe entre l'utilisation de pesticides au Canada et la diminution de la population d'oiseaux aquatiques dans les Prairies, certains faits démontrent que l'application massive d'herbicides dans la région des cuvettes peut avoir des conséquences malheureuses sur les ressources alimentaires, la nidification et les éléments offrant une protection à certaines espèces de canards habitant les hautes terres, les zones marécageuses et les zones contiguës (Sheehan et coll., Rapport tech. n° 19, SCF, 1987).

Lors du processus d'enregistrement des pesticides au Canada, on ne tient pas suffisamment ni systématiquement compte de la protection des plantes autres que les espèces cultivées, les plantes ornementales, etc. Un projet a été entrepris pour combler cette lacune et constituer une base permettant d'élaborer des directives pour l'évaluation de la toxicité des pesticides vis-à-vis des végétaux auxquels ils ne sont pas spécifiquement destinés.

Objectifs

Les objectifs de la présente étude étaient les suivants:

1. Examiner, sur le plan international, quelles sont les exigences et les techniques les plus récentes d'évaluation de la phytotoxicité des pesticides pour les plantes non visées.

2. Constituer un comité d'étude interministériel pour étudier les questions touchant à l'élaboration de directives propres au Canada.

Méthode

On a confié au SRC (Saskatchewan Research Council), par contrat, les tâches suivantes: examiner les exigences actuelles d'autres organismes internationaux en matière d'évaluation de la toxicité des pesticides pour des plantes non visées; évaluer les problèmes liés aux directives et aux essais actuellement en vigueur; caractériser les connaissances à acquérir en matière d'essais de phytotoxicité; tirer des conclusions et faire des propositions pour l'élaboration de directives propres au Canada. On a mis en place un mécanisme permettant de faire participer d'autres ministères et gouvernements à l'élaboration de directives pour la protection des plantes non visées.

Résultats et discussion

Le rapport final présenté par le SRC était fondé sur une étude de la documentation scientifique et sur des consultations d'experts en phytotoxicité au Canada et à l'étranger, conduites en partie à l'aide d'un questionnaire.

On a étudié et évalué les directives et les essais en vigueur aux États-Unis (EPA), à l'OCDE, à la CEE, au Royaume-Uni et en Australie, ainsi que d'autres méthodes d'essai. Les essais de croissance algale se sont révélés satisfaisants à condition que la durée de l'essai ne dépasse pas 72 heures et que le nombre initial de cellules soit peu élevé. On a proposé des essais avec plusieurs espèces d'algues plutôt qu'une seule espèce comme c'est actuellement le cas. La technique des microplaques pour les essais avec algues s'est révélée très prometteuse en raison de sa rapidité, de son efficacité et de son coût modique (il faudra néanmoins faire d'autres essais et la valider). Les méthodes d'essai pour *Lemna* se sont généralement révélées satisfaisantes, mais il faudra encore les raffiner. Les essais de germination, de croissance et de résistance pour les plantes terrestres, bien qu'exigés par l'EPA (États-Unis) et l'OCDE, n'ont pas été utilisés très fréquemment et doivent être améliorés, particulièrement en ce qui concerne l'expression des données. Les essais pour les plantes terrestres doivent comporter davantage d'espèces importantes sur le plan écologique. Les directives de l'EPA

comprennent des essais sur le terrain permettant d'évaluer la toxicité des pesticides pour les végétaux non visés, mais de tels essais sont loin d'être courants et ne sont pas tout à fait au point. Il faudra entre autres établir des méthodes rigoureuses d'échantillonnage et décider exactement la façon d'exprimer et d'interpréter les données pour qu'il n'y ait aucune équivoque.

On a constaté des lacunes au niveau de l'information et on a examiné les méthodes qui permettraient de les combler. Il n'existe pas de méthode normalisée d'essai avec des macrophytes aquatiques enracinés. Ce domaine mérite d'être étudié et mieux exploité. Les essais de germination du pollen sont abondamment décrits dans la documentation scientifique, et il faut envisager l'élaboration d'une méthode normalisée en vue de l'inclusion éventuelle de ces essais dans des directives à caractère réglementaire. Il existe des modèles normalisés de microcosmes aquatiques qui donnent des résultats comparables à ceux obtenus sur le terrain, et qui devraient donc être inclus dans les directives sur les essais. Les microcosmes terrestres nécessitent davantage de recherches et de normalisation. Les essais portant sur les mésocosmes peuvent servir à raffiner les essais en laboratoire et sur le terrain.

Un comité d'étude interministériel, sous la présidence d'Environnement Canada, avec la participation de Pêches et Océans Canada, d'Agriculture Canada et du Service canadien des forêts, a été créé pour examiner les rapports provisoires et finals présentés par le SRC, et toute autre question touchant à l'élaboration de directives devant permettre d'évaluer la toxicité des pesticides pour les végétaux non visés au Canada.

Ce projet a permis de constituer un important document de base et un mécanisme de consultation devant servir à caractériser les besoins en réglementation et les domaines offrant de l'intérêt pour des recherches futures, ainsi qu'à évaluer et à élaborer des directives permettant de déterminer la toxicité des pesticides pour les plantes non visées au Canada.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Mme K. Freemark
Centre national de la recherche faunique
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-6073

ou

Mme P. MacQuarrie
Direction des produits chimiques commerciaux
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 953-1681

---

8. ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES ÉTUDES DE REPRODUCTION CHEZ L'AVIFAUNE TELLES QU'ACTUELLEMENT CONÇUES

(D.C. Boersma, P. Mineau et G.A. Fox)

Introduction

Avant d'élaborer des directives canadiennes complètes aux fins d'évaluation et de mesure de l'écotoxicité des pesticides, nous devons examiner l'utilité des directives en vigueur dans le cadre du système d'enregistrement des États-Unis (actuellement, la plupart des données obtenues à l'échelle mondiale le sont d'après le modèle des États-Unis). L'étude de reproduction chez l'avifaune est l'évaluation en laboratoire la plus coûteuse effectuée couramment avec des espèces fauniques. Au départ, cette évaluation avait été conçue pour déceler les composés soupçonnés de bio-accumulation et de certains effets comme l'amincissement de la coquille des oeufs. Son utilité pour la détection des problèmes causés par les insecticides, les herbicides et les fongicides, inhibiteurs de la cholinestérase à action brève, n'a jamais fait l'objet d'un examen systématique. Nous avons donc décidé d'entreprendre une étude qui s'étalera sur trois ans.

Objectifs

Les objectifs pour la première année étaient d'évaluer le plus grand nombre possible d'études sur la reproduction avienne afin de déterminer:

1. Le nombre de fois où ce type d'étude a permis de déceler des effets toxiques ayant influencé la reproduction.
2. Si les mêmes résultats peuvent être obtenus au moyen d'autres essais (p. ex., essais de reproduction chez les mammifères).
3. Si les directives actuelles devraient être modifiées pour rendre ces essais plus pertinents ou plus efficaces.

Résultats et discussion

Jusqu'ici, on a évalué 121 études regroupant 62 pesticides différents. Dans beaucoup de cas, les données brutes ont été traitées sur ordinateur et on a refait les analyses statistiques.

Un des principaux problèmes à surmonter était le manque de comparabilité entre les études causé par les disparités dans l'expression des résultats. Toutes les études sont actuellement réanalysées de la même façon afin d'obtenir une uniformité acceptable. Plusieurs biostatisticiens ont été consultés et collaboreront à ce projet.

Il ressort déjà qu'une grande partie des essais ont été conduits en utilisant des teneurs inférieures à celles que l'on devrait trouver dans l'environnement si l'on s'en tient aux taux d'application proposés et aux teneurs résiduelles mesurées. La validité de ces études est donc mise en doute.

Un rapport devrait être produit pour la fin de l'exercice 1988-1989.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: P. Mineau ou G.A. Fox
Centre national de la recherche faunique
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(819) 997-3045 ou (819) 997-6076

ANNEXE

APPORT D'ENVIRONNEMENT CANADA AUX DOCUMENTS DE TRAVAIL

APPORT D'ENVIRONNEMENT CANADA AUX DOCUMENTS DE TRAVAIL

Agriculture Canada a diffusé trois séries de documents pour communiquer l'information sur les derniers développements en matière de réglementation des pesticides: les avis de l'Association canadienne des responsables du contrôle des pesticides (ACRCP), les avis concernant les nouveaux produits et les documents de travail. Les deux premiers constituent une mise à jour officieuse du statut réglementaire des divers produits ou présentent un bref résumé sur les utilisations d'un nouveau produit. Les documents de travail donnent un résumé de l'information scientifique existante pour les produits nouveaux; exposent les raisons à l'origine de toute mesure de réglementation; examinent les diverses options possibles; sollicitent enfin des commentaires et des réactions au sujet de toute décision réglementaire particulièrement délicate. Les documents de travail décrivent également les situations complexes qui peuvent découler d'une demande d'enregistrement d'une substance active d'un nouveau pesticide ou d'une nouvelle utilisation, advenant que les données soient incomplètes ou que la nouvelle substance ou la nouvelle utilisation soulèvent des inquiétudes particulières.

L'apport aux documents de travail est assuré par Agriculture Canada et ses principaux conseillers: Santé et Bien-être social Canada, Pêches et Océans Canada et Environnement Canada. Jusqu'ici, les documents de travail rendus publics par Agriculture Canada concernaient l'oxyfluorfène, le pentachlorophénol, le triadiméfon, le metsulfuron-méthyl et le propiconazole. Voici l'apport d'Environnement Canada (Protection de l'environnement et Service canadien de la faune) à chacun de ces documents.

OXYFLUORFÈNE

Résumé. - Il faudra davantage de données pour déterminer si l'oxyfluorfène est acceptable ou non pour l'environnement. Sa grande toxicité en milieu aquatique et sa persistance dans les sédiments sont particulièrement préoccupants. On ne possède aucune donnée sur le devenir de l'oxyfluorfène dans les terres noires où l'on cultive les oignons de garde au Canada. Comme la superficie de terres consacrée chaque année à cette culture est peu importante, le problème se trouve atténué.

Chimie et devenir dans l'environnement. - La solubilité de l'oxyfluorfène dans l'eau est très faible, et cette substance chimique est facilement adsorbée par divers sols, particulièrement les sols riches en matière organique. On a constaté une très faible désorption de la substance par l'eau dans les sols d'essai, ce qui montre que le lessivage de l'oxyfluorfène à partir de sols traités devrait être minime. Malgré la faible tension de vapeur de l'oxyfluorfène, on a retrouvé cette substance en teneurs mesurables dans l'air au-dessus d'un champ traité (sol limoneux contenant 2,5 p. 100 de matière organique). Il pourrait s'agir là d'une voie significative de dispersion du produit. Le taux de répartition air-eau, c'est-à-dire la constante de la loi de Henry, est relativement élevé (voisin de celui du triallate), ce qui indiquerait une possible volatilisation. En raison de la très forte adsorption de l'oxyfluorfène sur la matière organique du sol, il est très improbable que la volatilisation soit la voie de dispersion à partir des terres noires. On ignore quel est le devenir de la substance vaporisée.

Des études sur le terrain consistant à mesurer la diminution de la teneur en oxyfluorfène dans un sol résiduel (non dans des terres noires) ont révélé des demi-vies variables (périodes correspondant à une diminution de 50 p. 100) allant de 9 à 95 jours.

Lors d'une étude sur le terrain conduite aux États-Unis, on a observé une pollution significative du sol saturé en eau d'un étang de ferme, sur un site soumis à l'érosion par le ruissellement, à l'intérieur d'une zone d'utilisation d'oxyfluorfène. Ce type d'érosion n'est certainement pas caractéristique des zones de terre noire où l'on fait pousser des oignons de garde au Canada. Dans ces zones, la probabilité de migration dans l'eau de drainage de l'oxyfluorfène adsorbé sur la matière organique en suspension sera fonction du régime hydraulique imposé et du moment choisi pour le labourage par rapport à la date d'application du produit.

Écotoxicologie

Oiseaux. - La toxicité aiguë de l'oxyfluorfène pour des colins de la Virginie de 16 semaines est approximativement de 5000 mg/kg; la mort survient entre les quatrième et quatorzième jours après l'administration du produit. La toxicité d'un régime alimentaire de 5 jours (période suivie par trois jours d'observation au cours desquels les sujets reçoivent une nourriture normale) est supérieure à 4000 ppm dans le cas de canards malards âgés de 5 à 7 jours, et à 390 ± 22,7 ppm pour des colins de la Virginie âgés eux aussi de 5 à 7 jours. On a constaté une perte d'appétit lorsque la dose atteignait 1000 ppm chez les malards et 100 ppm chez les colins. Des symptômes de toxicité ont été observés aux teneurs les plus faibles en oxyfluorfène ajouté à la nourriture, soit 2000 ppm chez les malards et 100 ppm chez les colins. La teneur létale la plus faible chez les colins se situait entre 100 et 300 ppm, mais on ne rapporte aucune mortalité chez les malards à 4000 ppm. Lors d'études sur la reproduction consistant en une administration d'oxyfluorfène ajouté à la nourriture pendant 11 à 12 semaines avant la ponte et 10 semaines après la ponte, aucun effet n'a été observé à 100 ppm ni chez les colins ni chez les malards. On ignore toutefois pendant combien de temps le produit demeure intact dans la nourriture et le fabricant a été prié de nous fournir cette information afin que les études puissent être évaluées correctement.

S'il y a pollution des terres humides, une exposition chronique à l'oxyfluorfène par le régime alimentaire est probable en raison de l'absorption ultérieure de plantes et d'organismes contaminés. L'utilisation d'oxyfluorfène dans les cultures d'oignons de garde ne devrait donner lieu qu'à une exposition limitée. Cette substance ne devrait donc pas constituer une grave menace pour l'avifaune. Même si les études de reproduction proposées n'ont pu être évaluées à fond, on peut dire qu'une exposition chronique est peu probable.

Mammifères sauvages. - Aucun mammifère sauvage n'a fait l'objet d'études de toxicité. Cependant, la faible toxicité aiguë de l'oxyfluorfène pour le rat et le chien (3200 mg/kg à plus de 7100 mg/kg) ne laisse prévoir aucune toxicité aiguë pour les mammifères sauvages. Les produits formulés étaient un peu plus toxiques que le produit de qualité technique, la DL_{50} pour le rat se situant entre 500 et 5000 mg/kg.

Amphibiens et reptiles. - On ne possède aucune donnée permettant d'évaluer le risque pour les amphibiens ou les reptiles. L'exposition des amphibiens est probable en cas de pollution des terres humides.

Invertébrés aquatiques. - L'oxyfluorfène est très toxique pour certains invertébrés aquatiques comme les crustacés et les mollusques. Les valeurs de toxicité proposées aux fins d'enregistrement s'établissent comme suit:

Espèce	Limite	Résultat (principe actif)
Daphnia magna	TL_{50}-48 h	1,5 mg/l
Crevette (*P. pugio*)	TL_{50}-96 h	0,032 mg/l
Coquillage d'eau douce (*E. complanata*)	TL_{50}-96 h	9,6 mg/l
Huître (*Crassostrea virginica*)	TE_{50}-48 h	> 0,032 mg/l

Aucune information n'a été communiquée au sujet de la toxicité du produit formulé et l'on doit donc considérer que les valeurs ci-dessus sous-estiment la toxicité possible de l'oxyfluorfène sous forme de préparation. L'EPA (États-Unis) en est arrivée à la conclusion que plusieurs espèces de mollusques déjà en danger pourraient être doublement menacées par l'utilisation d'oxyfluorfène aux États-Unis.

Il y a risque d'exposition à l'oxyfluorfène lorsque des sédiments sont entraînés par ruissellement à partir de champs traités. On pense que les résidus sont persistants et qu'ils peuvent s'accumuler à un taux variable dans le biote.

Invertébrés terrestres. - Aucune donnée n'a été communiquée au sujet de la toxicité de l'oxyfluorfène pour les vers de terre ou les insectes terrestres. Des essais avec un certain nombre de microorganismes édaphiques ont montré que le produit n'avait aucun effet aux teneurs que l'on retrouve généralement dans les champs.

Habitats fauniques. - L'élimination de proies animales des terres humides exposées à l'utilisation d'oxyfluorfène pourrait avoir des conséquences sur la valeur de celles-ci en tant qu'habitat. Un autre effet possible est la phytotoxicité des résidus d'oxyfluorfène pour les plantes aquatiques. Sur le terrain, des teneurs résiduelles dans le sol inférieures à la limite de détection avaient encore un pouvoir herbicide. Il est possible que la pollution de terres humides réceptrices par les sédiments entraînés par le ruissellement altère d'importantes ressources végétales comme les macrophytes aquatiques. On sait que l'oxyfluorfène est phytotoxique pour l'algue verte *Scenedesmus acutus*, mais le spectre complet de son activité devrait faire l'objet de recherches visant à déterminer les effets probables.

PENTACHLOROPHÉNOL

Aspects environnementaux. - Bien que le présent document de travail vise principalement le pentachlorophénol, il concerne également les chlorophénols étroitement associés, ainsi que les impuretés et les micropolluants présents dans la plupart des préparations à base de pentachlorophénol.

Les chlorophénols et leurs impuretés dans l'environnement canadien, document publié en 1981 par Environnement Canada, ainsi que le supplément de 1984 de cette même publication, présentent l'information pertinente sur les problèmes liés au pentachlorophénol dans notre pays. Ces documents montrent également, preuves à l'appui, qu'il y a persistance et bio-accumulation des chlorophénols dans l'environnement et qu'ils sont très toxiques pour les organismes aquatiques.

Des résidus de chlorophénols ont été décelés dans une vaste gamme d'échantillons prélevés dans les milieux suivants: eau de surface et eau souterraine; couverture neigeuse; produits de lessivage de décharges; effluents industriels et domestiques; sédiments; organismes aquatiques et terrestres. Bien que la plupart des résidus proviennent de déversements issus de sources ponctuelles, il est devenu évident que les chlorophénols sont maintenant omniprésents dans l'environnement canadien.

L'utilisation généralisée du pentachlorophénol et du tétrachlorophénol à des fins industrielles et domestiques a également contribué à la dispersion dans l'environnement de leurs impuretés et des micropolluants qu'ils contiennent, par exemple, les phénoxyphénols polychlorés et les dibenzofurannes polychlorés.

Sources d'introduction dans l'environnement. - Les utilisations domestiques du pentachlorophénol peuvent être considérées comme non essentielles, car il existe des produits de remplacement appropriés pour ce marché limité. Il faut cependant noter que la contribution des applications domestiques à la charge totale de pentachlorophénol dans l'environnement est importante du fait de la forte exposition des produits traités au pentachlorophénol.

Jusqu'ici, le pentachlorophénol et le tétrachlorophénol ont été les principaux produits chimiques utilisés pour la protection du bois contre les champignons responsables de la décomposition et de la coloration du bois avant et après sa mise en service. Les usines de préservation du bois se sont révélées être les principales sources ponctuelles de déversements de chlorophénols dans l'environnement. En fait, il est probable que de tels déversements se sont produits dès la mise en service de ces usines.

Les pertes, le plus souvent involontaires, se font par l'intermédiaire des effluents, des émissions et des libérations accidentelles à partir des usines de préservation du bois ainsi que des scieries et installations de rabotage équipées pour la préservation du bois.

Toute l'information n'a pas encore été analysée et évaluée, mais des mesures effectuées à des endroits où l'on utilise les chlorophénols en Colombie-Britannique ont montré que les principales pertes de chlorophénols dans l'environnement se produisent probablement pendant et après les précipitations. Le bois récemment traité est stocké sans protection à l'air libre et la pluie provoque l'entraînement et le lessivage des chlorophénols.

La surveillance des chlorophénols et des polluants associés dans les installations de préservation du bois a montré que celles-ci peuvent représenter d'importantes sources de pollution par les chlorophénols.

Écotoxicologie. - Le pentachlorophénol et le tétrachlorophénol sont toxiques pour de nombreux organismes, et plus particulièrement pour les organismes aquatiques. La plupart des biotes ont une vulnérabilité comparable par rapport au pentachlorophénol (PCP). D'après des expériences en laboratoire, le niveau sans effet observé pour des communautés benthiques estuariennes était d'environ 14 µg de PCP/l. On connaît bien la toxicité aiguë des chlorophénols pour les biotes aquatiques, mais on sait très peu de chose sur les effets d'une exposition chronique à de faibles teneurs en chlorophénols. De même, la toxicologie des micropolluants présents dans les chlorophénols n'est pas suffisamment documentée et devrait être évaluée en profondeur.

Chimie, devenir et mobilité dans l'environnement. - L'adsorption des chlorophénols sur les sédiments et le transport de ces derniers par l'eau constituent le principal mécanisme de migration des chlorophénols dans l'environnement. Les phénols chlorés supérieurs ne sont que légèrement solubles dans l'eau; en revanche, les sels de sodium de ces composés utilisés pour la préservation du bois le sont hautement.

En milieu aquatique naturel, la bio-accumulation des chlorophénols peut être de modérée à élevée, même si le pH et d'autres facteurs chimiques et physiques permettent une vitesse moyenne d'épuration.

Les voies d'élimination du tétrachlorophénol et du pentachlorophénol en milieu aquatique sont les pertes dues à l'activité photolytique dans la couche superficielle et la biodégradation. La biodégradation en milieu aquatique est activée par la présence de bactéries acclimatées. En milieu anaérobie (p. ex., dans les sédiments anaérobies), la biodégradation subit un retard considérable.

La migration des chlorophénols dans l'environnement peut signifier la migration d'impuretés associées. Toutefois, selon le type de préparation et les conditions du milieu, le degré de rétention des chlorophénols et des polluants associés qui migrent dans les sédiments et le sol est variable. Les preuves les plus directes de ce phénomène ont été observées près d'installations d'imprégnation du bois, sources ponctuelles de rejets de chlorophénols. L'importance et les conséquences d'un tel constat justifient encore plus l'intérêt qu'il faut porter à ces questions.

Protection de l'environnement. - En 1981, Agriculture Canada a mis en oeuvre toute une série de mesures à caractère réglementaire suite aux problèmes posés par la présence de chlorophénols dans l'environnement, mis en lumière et documentés par Environnement Canada. Les utilisations de chlorophénols encore admises concernent surtout des produits à usage domestique et ceux employés dans l'industrie de la préservation du bois. Ce sont ces derniers qui suscitent le plus d'inquiétudes pour l'environnement.

Les principaux problèmes qui résultent de l'utilisation de chlorophénols dans les installations de préservation du bois sont les suivants:

1. Pertes de chlorophénols et des micropolluants qu'ils contiennent dans le milieu aquatique.

2. Élimination des préparations usées de chlorophénols.

3. Élimination de déchets de bois et de boues résiduelles pollués par les chlorophénols.

Un point positif à signaler est que pour réduire la charge de micropolluants rejetés avec le pentachlorophénol dans l'environnement, les préparations maintenant approuvées par Agriculture Canada pour usage au Canada ont une teneur beaucoup plus faible en hexadioxines que celles employées précédemment. Toutefois, d'autres impuretés et micropolluants comme les phénoxyphénols polychlorés, les dibenzo-p-dioxines chlorées inférieures et les dibenzofurannes polychlorés ne font généralement pas l'objet d'analyses et il est rare que l'on sache combien les préparations en contiennent. C'est un fait préoccupant et on doit s'attaquer à ce problème; de plus, il faudra procéder au dosage des chlorophénols dans les échantillons prélevés dans les divers milieux si l'on entend continuer à les utiliser.

Étant donné que les chlorophénols servent principalement pour la préservation du bois dans des installations industrielles, les mesures de protection contre la pollution par des sources ponctuelles de chlorophénols viseront pour la plupart directement les installations d'imprégnation. À cet égard, pour venir en aide à l'industrie du sciage de la Colombie-Britannique, un *Guide de recommandations techniques pour la conception et l'exploitation des installations de préservation du bois utilisant des chlorophénates* a été élaboré conjointement par le ministère de l'Environnement et des Parcs de la Colombie-Britannique et le Bureau régional d'Environnement Canada, région du Pacifique. Ce Guide est maintenant complété et diffusé à l'échelle nationale tout comme les documents techniques connexes à l'intention des usines de préservation du bois.

Il se pourrait que l'on doive recourir à d'autres mesures de réglementation pour freiner le rejet de chlorophénols si les mesures dictées par la *Loi sur les produits antiparasitaires* et la mise en oeuvre de moyens antipollution (comme ceux décrits dans les guides de recommandations techniques pour la conception et l'exploitation des installations de préservation du bois) ne permettent pas de réduire la pollution de l'environnement. Il se peut qu'à la longue les chlorophénols soient abandonnés en raison des pressions exercées à l'intérieur du Canada et des exigences du commerce international de bois traité canadien. Par ailleurs, la plupart des substances de remplacement efficaces seront toxiques pour les champignons et d'autres microorganismes et, par conséquent, fort probablement toxiques pour le milieu aquatique. Cependant, les caractéristiques fondamentales des produits de remplacement les rendront probablement plus acceptables pour l'environnement que les chlorophénols. Des mesures de sécurité appropriées s'imposent et continueront à s'imposer tant au niveau de l'exploitation que de la réglementation des installations de préservation du bois si on veut protéger l'environnement contre les abus de substances chimiques.

Référence

Kitunen, V.H., R.J. Valo et M.S. Salkinoja-Salonen. "Contamination of Soil Around Wood-preserving Facilities for Polychlorinated Aromatic Compounds", *Environ. Sc. Technol.*, *21*(1): 96-101 (1987).

TRIADIMÉFON

Résumé des aspects environnementaux. - Le triadiméfon (Bayleton®) est persistant si on considère qu'il a, d'après les rapports, une demi-vie de quelques semaines à quelques mois dans le sol. Son principal métabolite est le triadiménol (principe actif du Baytan®), lequel est plus persistant. Il faudra davantage de données pour pouvoir définir la persistance et le degré de mobilité de ce pesticide. D'autres données devront être recueillies sur les effets possibles du triadiméfon sur les oiseaux; la toxicité observée chez les organismes aquatiques; les effets sur les habitats fauniques (en particulier les habitats palustres).

Chimie et devenir dans l'environnement. - La solubilité du triadiméfon dans l'eau est de 60 ppm à 20 °C, et son coefficient de partage octanol-eau s'établit à 972. Le triadiméfon est facilement adsorbé par tous les sols, y compris le sable, le loam et l'argile limoneuse. Ni le triadiméfon, ni son métabolite primaire, le triadiménol, ne sont facilement lessivés à partir des sols. La tension de vapeur du triadiméfon est faible et il ne se volatilise pas facilement.

Tel que mentionné plus haut, le triadiméfon est plus ou moins persistant dans le sol; les rapports font état d'une demi-vie de quelques semaines à quelques mois. Son principal métabolite, le triadiménol (qui est aussi un fongicide), est plus persistant; il a une demi-vie d'au moins quelques mois dans le sol. D'autres études de dispersion dans le sol, sur le terrain et dans les conditions propres au Canada, s'imposent si on veut déterminer l'accumulation et la profondeur de pénétration du triadiménol dans le profil du sol après des applications répétées de Bayleton®.

Il est peu probable que le triadiméfon ou son produit de transformation, le triadiménol, atteignent par lessivage des systèmes aquatiques vulnérables. L'érosion pourrait entraîner ces substances dans des systèmes aquatiques, mais la voie la plus probable de pollution de ceux-ci est l'entraînement par le vent du Bayleton®. On a constaté que le triadiménol était beaucoup plus persistant que le triadiméfon aussi bien dans les sédiments que dans le sol.

Écotoxicologie

Oiseaux. - La toxicité du triadiméfon pour les oiseaux est faible. Aucun cas de mortalité n'a été observé chez des canards malards adultes après leur avoir administré 4000 mg de triadiméfon de qualité technique/kg de poids corporel. La TL_{50} pour un régime de huit jours se situait entre 4640 et 10 000 mg/kg de nourriture chez des colins de la Virginie. Aucun cas de mortalité n'a été constaté chez des canards malards ayant absorbé des doses de triadiméfon correspondant à 10 000 mg/kg de nourriture.

Le fabricant a indiqué que des études avaient été effectuées pour déterminer les effets du triadiméfon sur la reproduction du colin de la Virginie et du canard malard, mais malheureusement ces études n'ont fait l'objet d'aucune évaluation. Le triadiménol, un important produit de dégradation du triadiméfon, a été évalué pour ses effets sur la reproduction du colin de la Virginie. Le composé a été administré aux oiseaux pendant 10 semaines avant la ponte et au cours de la période de ponte de 13 semaines, à des teneurs de 0, 20, 100 et 500 mg/kg de nourriture. Aucun effet n'a été observé en ce qui concerne la survie des adultes, le poids corporel, la consommation de nourriture, la fragilité des coquilles, la fertilité, la viabilité, l'éclosion, la survie des poussins et le poids des poussins à l'éclosion et à 14 jours. On a observé une diminution de 15 p. 100 de la ponte à la dose la plus élevée; le produit serait donc toxique pour la mère.

Il est peu probable que l'exposition au triadiméfon ait une toxicité aiguë pour les oiseaux. Les effets dus à une exposition chronique par ingestion de grains pollués ne peuvent être pleinement évalués, car on n'a pas encore reçu les rapports des études sur les effets de l'ingrédient actif dans le cas de la reproduction des oiseaux.

Mammifères sauvages. - Le triadiméfon ne s'est pas révélé très toxique pour les animaux de laboratoire comme les rats, les souris, les lapins et les chiens. Les DL_{50} orales aiguës s'établissaient comme suit: 363 à 568 mg/kg pour les rats; 989 à 1071 mg/kg pour les souris; 500 mg/kg pour les lapins et pour les chiens. Aucun mammifère sauvage n'a été soumis aux essais.

Si on se fonde sur les évaluations de l'exposition par ingestion de blé traité avec diverses teneurs de triadiméfon, on peut dire que ce produit n'expose pas les mammifères sauvages à un danger de toxicité aiguë.

Amphibiens et reptiles. - Il n'existe aucune donnée permettant d'évaluer le danger pour les amphibiens et les reptiles.

Invertébrés aquatiques. - Les toxicités aiguës du produit de qualité technique et du produit formulé (50 WP) pour les invertébrés aquatiques sont modérées. La TL_{50}-48 h (essai en milieu non renouvelé) pour *Daphnia* est de 1,6 à 11,3 mg de principe actif/l dans le cas du produit de qualité technique, et de 16 mg de principe actif/l pour le produit formulé. La teneur à effet nul du produit formulé était de 5,6 mg/l.

Des études portant sur la toxicité aiguë du triadiméfon laissent supposer que les écrevisses sont moins vulnérables à ce composé que les *Daphnia* avec une TL_{50}-96 h de 104 mg/l. Ces résultats ne sont toutefois pas très sûrs du fait que les teneurs nominales n'ont pas été vérifiées par analyse et qu'elles sont supérieures à la miscibilité du composé dans l'eau.

S'il y a entraînement du produit pulvérisé aux taux d'application du Bayleton® sur le blé, et dépôt de ce produit sur l'eau, alors l'exposition chronique au triadiméfon et au triadiménol pourrait nuire aux invertébrés aquatiques, et en particulier à ceux vivant dans les sédiments ou sur ceux-ci.

Invertébrés terrestres. - On n'a observé aucune variation du nombre de vers de terre laissés pendant dix jours dans un sol traité avec du triadiméfon à raison de 50 mg/kg de sol.

Des études portant sur certains microorganismes édaphiques ont révélé une vulnérabilité variable selon l'espèce. Une teneur de 2 ppm de triadiméfon dans le sol a bloqué la croissance de l'une des cinq espèces de bactéries et d'actinomycètes testées, et à 10 ppm, la croissance de l'une des quatre espèces de champignons se trouvait elle aussi arrêtée.

On n'a observé aucun effet sur la nitrification ou la dénitrification dans le sol.

Aux taux d'application conseillés dans le mode d'emploi, on peut s'attendre à des teneurs d'au moins 1 ppm dans le sol. Certaines populations de microorganismes édaphiques pourraient être touchées.

Habitats fauniques. - Il a été démontré que de faibles teneurs nuisent déjà à la croissance des plantes. Ainsi, après irrigation continue pendant quatre semaines d'une solution contenant 0,5 mg de triadiméfon par litre, la croissance du soja se trouvait réduite de façon significative (diminution de 60 p. 100 de la longueur des pousses et de 21 p. 100 du poids frais de la plante) par rapport à des témoins. On ne possède aucune donnée sur la phytotoxicité du triadiméfon pour les plantes aquatiques. Le triadiméfon pourrait atteindre les systèmes aquatiques, comme les marécages des Prairies; l'effet sur les plantes aquatiques et, par conséquent, sur l'habitat palustre doit donc faire l'objet d'une évaluation.

METSULFURON-MÉTHYL

Résumé. - Les principaux processus de dégradation du metsulfuron-méthyl dans le sol, l'eau et les sédiments sont l'action microbienne en milieux aérobie et anaérobie, et l'hydrolyse chimique (celle-ci n'étant significative qu'en milieu acide). La photodégradation est négligeable. Les résidus se dégradent plus vite dans les sols chauds et humides à pH peu élevé. Dans les sols des Prairies, des résidus actifs de l'herbicide persistent pendant au moins deux saisons de croissance. La forte solubilité du produit dans l'eau et sa médiocre adsorption par le sol, ainsi que les résultats d'essais de lessivage en laboratoire, montrent que le metsulfuron-méthyl peut migrer de façon significative par lessivage et ruissellement. Dans les Prairies, des études sur le terrain avec le produit de qualité technique ont donné des résultats variables mais en général, elles montraient que le lessivage avait une portée limitée et qu'il dépendait de l'importance des précipitations et du type de sol. Dans le cas du produit formulé, il faut attendre les études sur le terrain pour évaluer le déplacement par lessivage et ruissellement.

L'emploi auquel le metsulfuron-méthyl est destiné ne devrait pas représenter une menace pour la faune advenant une exposition aiguë ou alimentaire à cette substance, ou par suite de la suppression de certaines ressources alimentaires, étant donné que le produit a une faible toxicité aiguë pour les invertébrés. On ne peut toutefois pas évaluer les effets sur l'habitat faunique et les ressources alimentaires connexes du fait qu'on n'a pas déterminé les teneurs minimales toxiques pour les plantes non visées. Les données présentées montrent que le metsulfuron-méthyl est probablement toxique pour les plantes aquatiques aux teneurs initiales prévues dans les terrains marécageux des Prairies, là où on prévoit l'utiliser. On doit procéder à des essais de toxicité pour les algues et pour les espèces végétales que l'on retrouve couramment dans ces terrains. Ces essais permettront: *a*) d'évaluer les effets possibles du metsulfuron-méthyl sur l'habitat faunique et sur les ressources alimentaires connexes dans la zone d'utilisation prévue; *b*) de déterminer si les limites actuelles de détection du metsulfuron-méthyl dans l'eau et le sol sont suffisantes. En attendant, il faudrait peut-être prévoir une bande tampon de 15 m autour des terrains marécageux et autres terres humides pour réduire au minimum les possibilités de migration du metsulfuron-méthyl et l'exposition de plantes non visées.

Chimie et devenir dans l'environnement. - Le metsulfuron-méthyl est un acide faible (pKa = 3,5), la forme non ionique étant prédominante à bas pH. Il est très miscible à l'eau (109 mg/l dans l'eau distillée, à 25 °C), particulièrement en milieu tamponné et à pH élevé (270 mg/l, à pH 5; 9500 mg/l, à pH 7). Sa forte miscibilité se reflète également par son faible coefficient de partage octanol-eau (Koe = 0,018). Le metsulfuron-méthyl est moyennement volatil avec une tension de vapeur de $7,7 \times 10^{-6}$ kPa, à 25 °C.

La principale voie de dégradation du metsulfuron-méthyl dans le sol, l'eau et les sédiments est l'action microbienne en milieux aérobie et anaérobie. L'hydrolyse chimique est elle aussi significative, mais seulement en milieu acide. La photodégradation dans le sol ou dans l'eau est négligeable. Dans le sol, la substance mère est dégradée en saccharine et en dioxyde de carbone par l'intermédiaire des produits de transformation.

Le metsulfuron-méthyl est très persistant dans les sols froids, secs et alcalins. Lors d'une étude en laboratoire avec des sols des Prairies canadiennes, sa demi-vie était de 70 jours dans un loam argileux (pH 5,2), de 102 jours dans un loam sableux (pH 6,8) et de 178 jours dans un sol argileux (pH 7,5). Des études sur le terrain avec du metsulfuron-méthyl marqué dans des sols de loam limoneux, de loam limono-argileux et de loam sableux (pH 6,1 à 8,2) du nord des États-Unis et du Canada (Alberta, Saskatchewan et Manitoba), ont révélé qu'il fallait en moyenne 2,5 mois (extrêmes de 1 à 7 mois) pour que 50 p. 100 du produit soient dégradés (TD_{50}). Par contre, la substance mère a persisté dans les sols pendant au moins deux saisons de croissance. On ne possède aucune information sur le devenir des produits de transformation. Les différences entre les temps de persistance obtenus en laboratoire et sur le terrain étaient dues à la combinaison d'un certain nombre de facteurs liés à l'humidité, à la température et au pH du sol.

Dans les sols des Prairies, les résidus actifs de cet herbicide persistent pendant au moins deux saisons de croissance. Une période de 22 mois ou plus, déterminée d'après les résultats d'un bio-essai préalable sur le terrain, pourrait être nécessaire pour la rotation des cultures. Certaines espèces résistantes pourraient être cultivées après 10 mois. Une utilisation annuelle régulière de metsulfuron-méthyl risque de provoquer l'accumulation de résidus, mais on ne possède aucune donnée concrète à ce sujet.

Une étude en laboratoire avec de l'eau et des sédiments en milieu anaérobie, à 25 °C, a montré que le TD_{50} dans l'eau naturelle variait de cinq semaines à pH 5,8 à environ 25 à 30 semaines à pH 6,9. Étant donné que l'eau des terrains marécageux des Prairies est surtout alcaline (le pH peut atteindre 9,7) et qu'elle a un excellent pouvoir tampon, on peut s'attendre à ce que le metsulfuron-méthyl persiste dans la colonne d'eau pendant plus de 30 semaines, d'où le risque d'accumulation du produit en cas d'application annuelle répétée. Des études sur la persistance du metsulfuron-méthyl dans l'eau et les sédiments pourraient donc se révéler très utiles.

Des études avec des sols acides (pH 5,6 à 6,5) ont montré que l'adsorption du metsulfuron-méthyl par le sol était médiocre. Des expériences sur colonne de sol, avec des sols acides (pH 5,6 à 6,7) fraîchement traités, ont révélé que 85 à 100 p. 100 de la radioactivité appliquée percolaient à travers les colonnes. Une étude de sols par chromatographie sur couche mince (CCM) a également indiqué que le metsulfuron-méthyl était mobile dans le loam sableux et dans le loam limoneux. Dans les sols à pH plus élevé, la mobilité devrait aller en augmentant en raison d'une moins bonne adsorption, d'une meilleure miscibilité et d'une meilleure ionisation. Les résultats d'études sur le terrain dans les Prairies avec le produit de qualité technique marqué étaient variables, mais ils montraient généralement que le lessivage était limité et étroitement lié aux précipitations enregistrées et au type de sol. Il y avait très peu de lessivage (1 p. 100) passé 22 cm de profondeur dans le sol brun foncé à Swift Current (loam limoneux, pH 6,1) et à Saskatoon (loam limono-argileux, pH 6,2). Par contre, dans le sol noir de Stettler, en Alberta (loam sableux, pH 6,9), 12 p. 100 de l'activité appliquée avaient percolé

jusqu'à une profondeur de 22 à 35 cm après un mois, mais rien ne prouve que la percolation s'est arrêtée à 35 cm puisqu'on n'a pas échantillonné le sol au-delà de cette profondeur. On doit procéder à des études sur le terrain avec des produits formulés pour évaluer le lessivage dans des sols forestiers gris et des sols forestiers noirs.

Le metsulfuron-méthyl, en raison de sa grande miscibilité à l'eau et de son adsorption médiocre par le sol, peut se déplacer dans l'eau de ruissellement s'il a été appliqué peu après des précipitations. Cela pourrait entraîner la pollution de terres humides voisines et ultérieurement causer des dommages aux plantes non visées. Des études sur le terrain avec des plantes indicatrices sont sur le point d'être entreprises pour évaluer ce phénomène. En attendant, on propose d'établir une zone tampon de 15 m autour des terrains marécageux et autres terres humides pour réduire au minimum la pollution d'habitats voisins non visés par le traitement.

Écotoxicologie

Oiseaux. - Les oiseaux peuvent être exposés au metsulfuron-méthyl par les voies suivantes: exposition directe au produit; entraînement de ce dernier par le vent; consommation de proies ou de végétaux exposés au produit. L'exposition par ces voies ne devrait pas entraîner des effets toxicologiques graves en raison des faibles taux d'application et des quantités résiduelles minimes, ainsi que de la très faible toxicité alimentaire et orale aiguë du produit de qualité technique et de la formulation constatée chez les espèces soumises aux expériences. Le metsulfuron-méthyl de qualité technique n'est pratiquement pas nocif pour les malards de six mois (DL_{50} > 2510 mg/kg). Il s'est également révélé inoffensif pour des malards et des colins de la Virginie âgés de 14 jours qui pendant 5 jours ont reçu de la nourriture à laquelle on avait ajouté du metsulfuron-méthyl. Pour les deux espèces, la TL_{50} était supérieure à 5620 ppm.

Mammifères sauvages. - Les mammifères sauvages peuvent être exposés au metsulfuron-méthyl par exposition directe au produit; entraînement de ce dernier par le vent; consommation de proies ou de végétaux exposés au produit. L'exposition par ces voies ne devrait pas entraîner des effets toxicologiques graves en raison des faibles taux d'application et des quantités résiduelles minimes, ainsi que de la très faible toxicité du produit de qualité technique et de la formulation constatée chez des animaux de laboratoire exposés par voies orale, cutanée ou respiratoire.

Aucun cas de mortalité n'a été observé chez des rats après administration orale de doses uniques du produit de qualité technique ou de la formulation, à raison de 5000 mg/kg. Des essais de toxicité aiguë par voie orale avec le produit de qualité technique chez des rats ont montré que des doses de 25 000 mg/kg n'étaient pas létales. Chez les chiens, la dose orale létale était supérieure à 2500 mg/kg. Le metsulfuron-méthyl administré par voie orale est très rapidement éliminé par les rats et les ruminants, principalement par l'urine.

Le metsulfuron-méthyl administré par voie orale à des rats, à raison de dix doses aussi élevées que 3400 mg/kg répétées pendant deux semaines, n'a entraîné que de légères pertes de poids. Des souris exposées à des doses très élevées dans leur nourriture (jusqu'à 5000 ppm) durant 90 jours n'ont accusé qu'un ralentissement du gain de poids corporel attribuable au fait qu'elles mangeaient moins. On n'a pas observé d'effets toxiques chez des rats alimentés pendant deux années consécutives avec de la nourriture contenant jusqu'à 5000 ppm de metsulfuron-méthyl. Il en a été de même chez des chiens ayant consommé pendant toute une année de la nourriture renfermant 5000 ppm du produit.

Chez les lapins, les doses cutanées aiguës entraînant la mort étaient supérieures à 2000 mg/kg tant pour le produit de qualité technique que pour la formulation. Des lapins à qui l'on avait administré le produit de qualité technique par voie cutanée, à des doses atteignant 2000 mg/kg pendant 21 jours, n'ont manifesté aucune réaction toxique. Des rats ayant inhalé le produit de qualité technique en doses de l'ordre de 5,3 mg/l n'ont subi aucun dommage.

Le metsulfuron-méthyl n'a pas provoqué d'embryopathie ni d'effet tératogène chez des rats et des lapins ayant respectivement reçu des doses orales de 1000 mg/kg et 700 mg/kg.

Amphibiens et reptiles. - On ne possède aucune information; cependant, cet herbicide n'est probablement pas dangereux pour les amphibiens ni pour les reptiles si on tient compte du mode spécifique d'action du metsulfuron-méthyl pour les plantes et de sa faible toxicité aiguë pour les invertébrés aquatiques et les poissons (TL_{50} > 150 mg/l).

Invertébrés terrestres. - Le metsulfuron-méthyl n'est pas toxique pour les abeilles *Apis mellifera* (DL_{50} par contact > 25 µg/abeille) ni pour les vers de terre (TL_{50} > 1000 mg/kg). L'utilisation projetée de metsulfuron-méthyl ne devrait pas poser de danger de toxicité aiguë pour les invertébrés terrestres. Ces derniers pourraient par contre être affectés par la destruction de végétaux dans les habitats non visés exposés au metsulfuron-méthyl.

Invertébrés aquatiques. - Le metsulfuron-méthyl n'a pas eu d'effet toxique aigu pour *Daphnia magna* à des teneurs atteignant 150 mg/l (v/v). Il est peu probable que les invertébrés aquatiques soient menacés de toxicité aiguë à la suite de la pollution par le metsulfuron-méthyl. La destruction de plantes communes des terrains marécageux pourrait toutefois leur être préjudiciable.

Systèmes microbiens édaphiques. - On possède très peu d'information au sujet de l'effet du metsulfuron-méthyl sur les microorganismes édaphiques. Une étude en laboratoire de la digestion de cellulose marquée au C^{14} a montré que le produit n'exerçait que peu d'effet sur les microorganismes enfouis dans les sédiments.

Habitats fauniques. - L'utilisation du metsulfuron-méthyl ne devrait pas constituer une menace pour la faune par suite de la suppression de ressources alimentaires attribuable à la toxicité aiguë du produit pour des invertébrés terrestres ou aquatiques (à noter, cependant, que l'information est très limitée). L'effet du metsulfuron-méthyl sur l'habitat faunique et les ressources alimentaires connexes ne peut être évalué, car il reste encore à déterminer la plus faible teneur phytotoxique pour les végétaux non visés.

Le metsulfuron-méthyl est absorbé par le feuillage et les racines. Il provoque une inhibition de la division cellulaire dans les pousses ou les racines en bloquant la synthèse des amino-acides valine et isoleucine. La vulnérabilité des espèces végétales est fonction du taux d'inactivation métabolique du metsulfuron-méthyl.

On ne possédait aucune donnée permettant de déterminer les plus faibles teneurs en metsulfuron-méthyl ayant un effet phytotoxique pour les algues et autres plantes non visées. Il existait quelques données relatives aux effets de cet herbicide sur les macrophytes aquatiques utilisées à des fins d'études de rendement en laboratoire et dans des rizières d'Asie du Sud-Est. Même si ces études ne visaient pas à déterminer les plus faibles teneurs nocives, elles ont cependant montré que dans l'eau cet herbicide est phytotoxique pour les plantes aquatiques à de très faibles teneurs.

D'après les rapports, les plantes aquatiques les plus vulnérables sont les espèces immergées ***Potamogeton nodosus*** et ***P. pectinatus***. La longueur des pousses était de 77 à 90 p. 100 plus petite par rapport à des témoins quatre semaines après l'application du produit à un taux nominal de 1 µg/l avant l'émergence de la plante. Comme c'est la plus faible teneur expérimentée, on ignore quelle est la plus faible teneur pouvant inhiber la croissance des plantes. On pourrait raisonnablement supposer qu'elle est de 0,05 µg/l ou moins si l'on se fonde sur la relation dose-croissance chez des plantes aquatiques immergées, exposées à d'autres sulfonylurées ou à d'autres herbicides.

Des études de rendement dans les rizières d'Asie du Sud-Est ont montré que le metsulfuron-méthyl entraînait une inhibition de 90 à 100 p. 100 de la croissance de plantes latifoliées immergées, flottantes ou émergentes, à des taux d'application de 2 à 3 g de principe actif/ha. Des herbes émergentes n'ont été que peu ou pas du tout attaquées à des taux atteignant 8 g de principe actif/ha.

Étant donné que la plus faible teneur phytotoxique pour les plantes non visées n'a pas été déterminée, il est impossible d'évaluer les conséquences de l'utilisation du metsulfuron-méthyl sur l'habitat faunique et les ressources alimentaires connexes. Cependant, les données obtenues indiquent qu'on doit s'attendre à ce que le metsulfuron-méthyl soit toxique pour les macrophytes aquatiques aux teneurs initiales prévues dans l'eau de ruissellement atteignant les terrains marécageux. Il y a également risque d'exposition de la végétation flottante, émergente, ainsi que celle en bordure des terrains marécageux advenant que le traitement au sol soit appliqué sur une trop grande superficie ou que le produit soit entraîné par le vent jusque dans les habitats voisins des zones d'utilisation. De plus, étant donné la persistance des résidus de metsulfuron-méthyl dans le sol, l'eau et les sédiments, et du pouvoir phytotoxique associé, l'emploi répété de ce produit pourrait constituer un danger supplémentaire pour les plantes d'habitats non visés par suite de l'accumulation de résidus dans le sol ou dans l'eau.

Les terrains marécageux de la région des cuvettes dans les Prairies canadiennes abritent une fraction importante des populations d'oiseaux aquatiques d'Amérique du Nord pendant la saison de reproduction. Le taux de reproduction et de repeuplement dépend de l'accessibilité permanente à divers types de terrains marécageux (temporaires, semi-permanents, permanents), lesquels fournissent, de mi-avril à fin septembre, une couverture protectrice et une végétation appropriée pour la nidification, ainsi que des ressources alimentaires sous forme de plantes et d'invertébrés aquatiques aux femelles pondeuses et aux jeunes canards.

On doit procéder à des essais de toxicité pour les algues et autres espèces végétales communes aux terrains marécageux des Prairies. Ces essais permettront d'évaluer les effets du metsulfuron-méthyl sur l'habitat faunique et les ressources alimentaires connexes dans la zone d'utilisation prévue, et de déterminer si les limites actuelles de détection du metsulfuron-méthyl, soit 0,1 µg/l dans l'eau et 0,2 µg/l dans le sol, sont adéquates.

PROPICONAZOLE

Résumé. - En conditions aérobies dans le sol, les sédiments et l'eau, la dégradation microbienne du propiconazole est relativement lente. En milieu anaérobie, le propiconazole est persistant. Un des principaux produits de dégradation du propiconazole subit lui aussi une dégradation microbienne assez lente. Dans l'eau, il y a transformation photochimique du propiconazole, mais la vitesse de ce processus n'est pas connue.

Au taux d'application indiqué sur l'étiquette, le propiconazole ne devrait constituer aucun danger pour les oiseaux, les mammifères, les invertébrés terrestres ou aquatiques. La grande toxicité du propiconazole pour certaines algues est préoccupante. Étant donné que les terres humides sont d'importants habitats pour la faune, il faut en préserver l'intégrité. Une zone tampon de 15 m doit être maintenue tout autour de ces terres pour éviter que le propiconazole ne puisse pénétrer dans ces écosystèmes vulnérables.

Chimie et devenir dans l'environnement. - Quelques propriétés du propiconazole: miscibilité à l'eau, à 20 °C, 110 mg/l; coefficient de partage octanol/eau, 4500; tension de vapeur, $1{,}3 \times 10^{-4}$ Pa. La constante de la loi de Henry, ou taux de répartition air-eau, est très faible; par conséquent, la volatilisation du propiconazole à partir de milieux humides sera peu élevée. Dans les conditions propres à l'environnement, il n'y a pas hydrolyse du propiconazole dans l'eau.

Le propiconazole est fortement adsorbé par la plupart des sols. Dans des études de lessivage en laboratoire avec quatre types de sols (sol sableux, sable, loam limoneux et loam sableux), le propiconazole n'a pas progressé au-delà de 30 cm, la majeure partie du produit demeurant dans la couche de sol superficielle de 10 cm.

Des études en laboratoire sur la dégradation du propiconazole ont montré que même s'il y a dégradation photochimique du composé dans l'eau, la principale voie de dégradation en milieu aérobie dans le sol et les sédiments ou en zone aphotique dans les eaux naturelles, est de nature microbienne. Les demi-vies initiales (temps correspondant à 50 p. 100 de dégradation (TD_{50})) du propiconazole lors de ces études en laboratoire variaient de quelques semaines à plusieurs mois; certains des produits de transformation (en particulier le 1,2,4-triazole) obtenus lors de ces expériences avaient des demi-vies du même ordre de grandeur. En milieu anaérobie, la dégradation microbienne était nulle. Pour l'instant, rien ne permet de déterminer avec certitude la vitesse de dégradation photochimique du propiconazole dans les eaux naturelles; on ne connaît donc pas le degré de persistance de la substance mère et de ses principaux produits de transformation dans ces milieux.

Des études sur la dispersion du propiconazole dans des parcelles de terrain constitué de loam limoneux confirment les résultats obtenus en laboratoire, c'est-à-dire que le propiconazole demeure dans les couches supérieures du sol. La question du lessivage possible du produit de transformation, le 1,2,4-triazole, à des profondeurs plus grandes, ne trouvera une réponse qu'après des études en laboratoire sur sa capacité de percolation et un programme de surveillance sur le terrain pour évaluer sa présence. Notons cependant que le comportement du 1,2,4-triazole dans les procédés d'extraction pour les échantillons de sol laisse supposer que ce produit est fortement retenu par le sol dans les conditions propres à l'environnement.

Le propiconazole se présente sous forme de concentré émulsifiable pour application par pulvérisation sur les cultures. Il y a donc risque de pollution de milieux vulnérables (terres humides, eaux de surface) par entraînement par le vent du produit pulvérisé. Étant donné que le propiconazole est retenu par adsorption à la surface du sol sur lequel il tombe, il pourrait être transporté hors d'une zone traitée par l'intermédiaire des particules entraînées dans l'eau de ruissellement. La quantité de propiconazole qui atteint la surface du sol est fonction du stade de croissance de la culture sur laquelle il est appliqué et des conditions météorologiques (précipitations surtout) immédiatement après l'application. Par temps clair et sur des cultures bien développées, la majeure partie du fongicide pulvérisé sera intercepté par les plantes et se dissipera par évaporation ou par absorption et métabolisme à l'intérieur de la plante. Des pluies précoces pourraient entraîner au sol une quantité suffisante de fongicide pour justifier une seconde application, tel qu'on le conseille.

Écotoxicologie

Oiseaux. - La toxicité aiguë du propiconazole pour les oiseaux est faible. La DL_{50} orale aiguë pour des canards de Pékin de cinq jours était supérieure à 6000 mg/kg. La DL_{50} orale aiguë pour des cailles du Japon adultes était de l'ordre de 2223 mg/kg.

Il est peu probable que l'exposition d'oiseaux par ingestion de nourriture polluée soit mortelle. Il n'y a eu aucun cas de mortalité chez des canards de Pékin âgés de cinq jours et alimentés pendant cinq jours avec de la nourriture renfermant jusqu'à 1000 mg du produit par kilo de nourriture. Aucun cas de mortalité n'est rapporté pour les cailles du Japon adultes soumises à un même régime alimentaire.

Le produit ne devrait avoir aucun effet sur la reproduction des oiseaux. Des études ont montré que les teneurs sans effet étaient élevées: 300 mg/kg chez les canards malards et 1000 mg/kg chez les colins de la Virginie.

Vu la faible toxicité du propiconazole pour la faune avienne, des études sur le terrain ne semblent pas justifiées.

Mammifères sauvages. - Aucun mammifère sauvage n'a été soumis à des essais. Le propiconazole était faiblement toxique pour les mammifères évalués en laboratoire. La DL_{50} orale aiguë variait de 1344 à 1517 mg/kg chez les souris, les rats et les lapins. De plus, la toxicité du propiconazole par voie cutanée est faible chez les rats et les lapins, la DL_{50} cutanée aiguë étant respectivement égale à 4000 mg/kg et supérieure à 5010 mg/kg. Cela laisse supposer que le propiconazole n'est ni embryotoxique ni tératogène chez les rats et les lapins.

Des études avec du propiconazole marqué au C^{14} ont montré que des rats ayant reçu une dose intragastrique du produit pouvaient facilement le métaboliser. On a pu montrer que 53 à 67 p. 100 et 28 à 46 p. 100 des résidus étaient excrétés respectivement dans l'urine et les fèces. Un mode semblable d'excrétion et d'accumulation a été observé chez des chèvres qui allaitaient.

Les mammifères sauvages peuvent être exposés par voies cutanée, respiratoire et orale (exposition chronique par la nourriture). Au taux d'application prévu sur le terrain, il est peu probable que l'exposition au propiconazole représente une menace pour les mammifères sauvages.

Amphibiens et reptiles. - On ne possède aucune donnée permettant d'évaluer le danger du propiconazole pour les amphibiens et les reptiles.

Invertébrés aquatiques. - Le propiconazole n'a pas une toxicité aiguë pour *Daphnia magna*: la $TE(I)_{50}$-48 h (teneur initiale qui en 48 h immobilise 50 p. 100 des daphnies) du produit de qualité technique est de 11,5 mg/l. La préparation Tilt 430 EC (un concentré émulsifié) a une toxicité plus élevée que le produit de qualité technique, la TL_{50}-48 h étant de 1,34 mg de principe actif/l. Le métabolite 1,2,4-triazole est beaucoup moins toxique que la substance mère avec une $TE(I)_{50}$-24 h aiguë de 900 mg/l.

Au taux d'application sur le terrain (125 g de principe actif/ha), le propiconazole comme tel ne devrait pas être directement toxique pour *Daphnia magna*, que ce soit par exposition aiguë ou chronique.

Invertébrés terrestres. - Dans les conditions des essais, le propiconazole ne semble pas être toxique pour les invertébrés terrestres. Après une exposition de sept jours à du feuillage traité à un taux d'application quatre fois supérieur à celui indiqué sur l'étiquette, quatre espèces d'insectes utiles (*Anthocoris nemorum*, *Coccygonymus turionellae*, *Coccinella septempunctata* et *Chrysopa carnea*) n'ont manifesté aucun signe de toxicité apparente.

Aucune mortalité n'a été enregistrée chez des vers de terre exposés pendant 28 jours dans un sol de loam sableux renfermant 20 mg de propiconazole/kg de sol. Le produit utilisé pour les essais était du WP 10 (poudre mouillable), une formulation différente de celles que l'on entend commercialiser au Canada. Lors d'une étude comportant une exposition de 14 jours à du 1,2,4-triazole dans un sol artificiel, la teneur sans effet était de 100 ppm. On n'a pas étudié la bio-accumulation du propiconazole par le ver de terre.

Les résultats d'essais consistant à exposer des abeilles à du propiconazole de qualité technique laissent supposer que ce composé n'est que faiblement toxique. On ne peut cependant comparer ces données, faute d'essais semblables. Au taux d'application sur le terrain, il est peu probable que le propiconazole ait une toxicité aiguë pour les invertébrés terrestres.

Systèmes microbiens édaphiques. - D'après les mesures de la production de dioxyde de carbone (CO_2) en laboratoire, on peut dire que le propiconazole, à des teneurs nettement supérieures à celles utilisées sur le terrain, n'exerçait aucun effet dommageable significatif chez les microorganismes de deux sols de loam argileux amendés avec de la farine de luzerne. Aucun effet significatif n'a été constaté dans des sols amendés avec de la cellulose, des protéines ou de l'amidon.

Le processus de nitrification, mesuré par la conversion de l'ion ammonium en nitrate, n'a pas été altéré de façon significative. Aux teneurs en propiconazole prévisibles dans les cinq premiers centimètres de sol, le produit n'a eu aucun effet sur le taux de fixation d'azote par *Rhizobium trifolii* ni sur la nodulation radiculaire chez le trèfle blanc.

Le produit de transformation (1,2,4-triazole) n'a causé aucune interférence environnementale significative au niveau de la minéralisation (production de CO_2) dans deux sols amendés avec de la farine de luzerne.

Plantes. - On a étudié les effets du propiconazole de qualité technique sur la croissance de quatre espèces d'algues chez lesquelles ce composé s'est révélé très toxique. Les $TE(I)_{10}$-11 j pour trois espèces d'algues et la $TE(I)_{10}$-9 j pour une quatrième espèce s'établissaient comme suit:

26 µg/l pour *Navicula seminulum* (diatomée d'eau douce);

18 µg/l pour *Skeletonema costatum* (diatomée marine);

6,8 mg/l pour *Anabaena flos-aquae* (algue bleu-vert);

0,72 mg/l pour *Selenastrum capricornutum* (algue verte d'eau douce).

Ces résultats laissent supposer que le propiconazole est un algicide extrêmement efficace. On ne possède pas de données sur la toxicité de la préparation pour les algues. On sait cependant qu'une demande a été faite au début de 1985 pour que de telles données soient fournies.

En ce qui concerne les données présentées, la variabilité des conditions expérimentales rend difficile la comparaison de la toxicité du métabolite 1,2,4-triazole avec celle de la substance mère. Dans la seule étude que l'on possède pour ce métabolite, l'inhibition de la croissance algale n'a été mesurée que pendant 5 jours, et encore sur une espèce dont on ne connaît pas la vulnérabilité au propiconazole. La $TE(I)_{10}$-5 j pour *Scenedesmus subspicatus* était de l'ordre de 1 mg/l.

En cas d'application directe de propiconazole dans un bassin de moins de 1 m de profondeur au taux d'application recommandé sur l'étiquette, soit 125 g de principe actif/ha, on peut prévoir une teneur initiale en propiconazole supérieure

à 12 µg/l dans l'eau du bassin. On ne connaît pas le degré de persistance du propiconazole dans la colonne d'eau. De plus, le mode d'emploi actuel précise qu'il faut renouveler l'application s'il pleut moins de deux heures après le traitement. Il est donc possible que l'utilisation de propiconazole à proximité de systèmes aquatiques soit à l'origine de teneurs dans l'eau dommageables pour les communautés algales.

On dispose d'une seule étude permettant d'évaluer le danger que présente l'emploi de propiconazole pour les plantes vasculaires aquatiques. D'après les estimations, la $TE(I)_{50}$-14 j pour *Lemna gibba* serait de 9 mg/l. Bien que les macrophytes aquatiques semblent moins vulnérables au propiconazole que les algues, il s'agit là d'une extrapolation fondée sur une seule espèce dont la vulnérabilité par rapport aux autres espèces n'est pas connue. En outre, on sait que *Lemna* réagit différemment lorsque le produit est pulvérisé que lorsqu'il est en solution.

On ne possède aucune information permettant d'évaluer le danger lié à l'emploi du propiconazole pour les plantes terrestres. Les données de phytotoxicité obtenues par les compagnies ont été demandées en janvier 1985, mais ne nous étaient pas encore parvenues lorsque ce rapport a été préparé.

Évaluation des effets sur les habitats fauniques. - Les terres humides représentent d'importants habitats fauniques. Si nous voulons préserver nos ressources fauniques, il est très important que les habitats palustres soient protégés. Des zones situées à l'intérieur de terres humides pourraient être polluées par pulvérisation directe ou entraînement du propiconazole par le vent. La pulvérisation directe de propiconazole au taux recommandé sur l'étiquette est probablement nocive pour les communautés algales, mais il est difficile d'évaluer quelles pourraient être à long terme les conséquences d'une mort massive ou d'une mutation des espèces au niveau des producteurs primaires pour divers niveaux de consommateurs. Pour protéger les habitats aquatiques contre le danger lié à l'utilisation (et surtout l'épandage aérien) de propiconazole à proximité d'eaux de surface, il est indispensable de prévoir une zone tampon de 15 m.

INDEX

Aires gazonnées 86
Aldicarbe 19, 23
Aldrine 52
Alpha-BHC 54
Alpha-chlordane 52
Atrazine 23, 32, 39, 52, 53, 54, 55
Avifaune, études de reproduction 95
Azinphos-méthyl 23, 77

Bases de données 89, 91
Bayleton® 104
Benzoylprop-éthyl 53
Biote lotique 42
BT 23

Caille du Japon 87, 109
Canard malard 57, 100, 104, 107, 109
Canard de Pékin 109
Captane 23
Carbamates 27, 34, 87
Carbaryl 23, 58, 64
Carbofurane 23, 32, 58, 60, 62, 63, 87
Charge atmosphérique en vapeurs de pesticides 49
Chlordane 23
Chlorophénols 45, 71, 102
Chlorothalonil 9, 32
Chlorpyrifos 23, 32, 87
Cholinestérase cérébrale 12, 87
Cholinestérase plasmatique 87
Chouette des terriers 58
Colin de la Virginie 100, 104, 107, 109
Composés organostanniques 69
Créosote 64
Cyhalothrine 42

2,4-D 53, 54, 55, 64
DBCA 18
Deltaméthrine 18, 42, 57
Dérivés amidés 27, 34
Diallate 53
Diazinon 23, 77, 86, 87
Dibutylétain 7
Dicamba 56
Diclofop-méthyl 53, 56
Diméthoate 62
Dinosèbe 14, 23, 77
Dioxines 71, 73
Dosage des pesticides
- assurance de la qualité 45
Drainage souterrain 14
Dytop 300 14

Eau
- potable 15, 55
- qualité de l'eau 14, 31, 52, 53, 54
- souterraine 19, 29, 56, 75, 76
Endosulfan 23, 77
Endrine 52
Enrobages de semences 83
Espèces menacées et en danger d'extinction 89
Ethbendichlorprop 53

Fénitrothion 6, 10, 12
Fensulfothion 77
Fonofos 23, 32
Fossés d'irrigation 77
Furannes 71

Glyphosate 32

Heptachlore époxyde 52
Herbicides 50
Hexazinone 79

Insecticides
- chlorés 45
- granulaires 84

Installations d'imprégnation du bois 71, 73

Lindane 32, 52, 54

Macro-invertébrés benthiques 35, 63
Malathion 62
Mancozèbe 23
Marinas 69
MCPA 54, 56, 64
MCPB 23, 54
Méthamidophos 23
Métolachlore 23, 32, 39
Metsulfuron-méthyl 106
Modélisation 3, 32
Monobutylétain 7

Oiseaux 12, 60, 83, 87
Organochlorés 27
Organophosphates 34
Organophosphorés 27, 87
Oxyfluorfène 100

Paraquat	23
Parathion	23
PBacid	18
PBalc	18
PBald	18
PCB	27
Pentachlorophénol	73, 102
Perméthrine	23
Pesticides, réévaluation	64
Phénoxyacides	27
Phorate	23, 32
Pichlorame	23, 54
Pie-grièche	62
Producteurs de fruits et de légumes	25
Pronone 10G	79
Propiconazole	109
Pulvérisation aérienne	
- mesure par Lidar	5
- modélisation de la déviation du produit pulvérisé	3
Pyréthrinoïdes	42
Salmonicultures	69
Salmonidés	79
Sauterelles	58, 62
Silvex	54
SPANS	16, 89
Techniques de lutte biologique	25
Techniques de lutte intégrée	25
Techniques classiques	25
Temik	19
Terbufos	23, 32
Tétrachlorophénol	102
Thirame	23
Toxaphène	40
Triadiméfon	104
Triadiménol	104
Triallate	52, 53, 55, 56
Triazines	27, 34, 45
Triazoles	34
Tributylétain	44, 69
Trifluraline	52, 53, 55, 56
Végétaux non visés, toxicité des pesticides pour les	93
Velpar® L	79
50 WP	104